

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'éducation

CONCEPTION D'UNE GRILLE D'ANALYSE DES JEUX SÉRIEUX POUR
L'ENSEIGNEMENT DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE AU SECONDAIRE
EN REGARD DES BONNES PRATIQUES RECONNUES DANS LE DOMAINE DE
L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU VIDÉO

Par

Olivier Mathieu

Essai présenté à la Faculté d'éducation en vue de l'obtention du grade de maître en
éducation (M. Éd.)

Août 2018

© Olivier Mathieu, 2018

SOMMAIRE

L'apprentissage par le jeu vidéo ouvre de nouvelles avenues aux pédagogues du secteur secondaire, notamment en ce qui a trait à leur perfectionnement professionnel. Toutefois, l'absence d'un consensus scientifique autour de cette approche pédagogique tout comme la pluralité des discours émanant des pratiques émergentes nuisent à son intégration raisonnée. Plusieurs y voient néanmoins une occasion de diversifier leurs approches tout en agissant sur la motivation des élèves, et ce, même si le soutien nécessaire à une pédagogie du jeu fait actuellement défaut.

Face à ce constat, nous avons étudié les aspects des jeux sérieux et de l'apprentissage par le jeu qui relèvent des bonnes pratiques pédagogiques et permettent de cibler les jeux sérieux disponibles dont l'objectif est de soutenir la motivation et l'apprentissage en science et technologie (ST). Cette démarche nous a amenés à constater les multiples angles sous lesquels on examine habituellement les jeux sérieux. En effet, le cadre conceptuel mis en place porte autant sur les types de jeux utilisés que sur la perception des enseignants à l'égard de ce mouvement, en passant par son impact sur l'acquisition de connaissances et le développement de compétences. Cependant, la recherche dans le domaine demeure fragmentée, ce qui impose aux différents acteurs un effort de synthèse qui semble nuire à l'émergence d'une pratique réfléchie de l'apprentissage par le jeu. Malgré cela, on tire des écrits scientifiques quelques éléments essentiels qui participent à la motivation et à l'apprentissage et qui peuvent être associés à de bonnes pratiques.

C'est en prenant la mesure de l'importance d'un accompagnement pédagogique adéquat qu'il nous est apparu opportun de créer, en regard des bons principes reconnus pour ce domaine, un outil d'analyse permettant la compréhension des jeux sérieux offerts et l'évaluation de leur potentiel éducatif, tout en conservant un regard critique sur les approches pédagogiques émergentes. Ainsi, ces éléments, rassemblés dans une grille, devraient participer à l'évaluation des jeux sérieux précédant leur intégration harmonieuse à une séquence d'enseignement-apprentissage.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons ancré notre démarche aux repères méthodologiques de la recherche développement (Harvey et Loiselle, 2009). C'est dans la phase d'opérationnalisation de cette approche que prend forme l'objet conçu et qu'il est mis à l'essai. Cette méthode de conception a mené à l'établissement de la vingtaine de catégories descriptives et analytiques qui composent la grille d'analyse du potentiel éducatif des jeux sérieux. La validation du contenu de l'outil d'analyse élaboré (Rubio, Berg-Weger, Tebb, Lee et Rauch, 2003), par la rétroaction reçue de quatre experts du milieu de l'enseignement à qui nous avons envoyé un questionnaire, a permis de mettre au point les principes de la grille développée, ce qui débouchera sur une grille d'analyse améliorée pouvant servir l'intention initiale d'accompagnement de l'enseignant dans la sélection de ressources pédagogiques prometteuses.

Le devis de la recherche développement (Harvey et Loiselle, 2009) comprend enfin une phase de diffusion de l'objet créé, ce qui se traduira dans un premier temps par la distribution de la grille d'analyse des jeux sérieux auprès des enseignants de notre milieu de travail, avec le souhait de former une communauté de pratique. Nous proposons ensuite d'élargir l'incidence de cette contribution en présentant les résultats de notre recherche dans le cadre de différents congrès ou ateliers de formation qui rassemblent des spécialistes de l'enseignement en science et technologie.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	2
TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES FIGURES.....	10
LISTE DES ACRONYMES	11
REMERCIEMENTS	12
INTRODUCTION	13
PREMIÈRE PARTIE - DÉFINITION DE LA PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE.....	14
1. L'ÉMERGENCE D'UN PROBLÈME	14
2. DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA CULTURE NUMÉRIQUE.....	15
3. L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU VIDÉO, UNE DÉRIVE POST-MODERNE?..	16
4. QUESTION GÉNÉRALE DE RECHERCHE	21
4.1 Question de recherche	23
DEUXIÈME PARTIE - CADRE DE RÉFÉRENCE	25
1. L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU NUMÉRIQUE, UNE APPROCHE PÉDAGOGIQUE ÉMERGENTE EN SOUTIEN À LA MOTIVATION ET AUX APPRENTISSAGES.....	25
1.1 <i>Paida, ludus</i> et l'apprentissage.....	25
1.2 Le jeu, sérieux?.....	28
1.3 Prétentions éducationnelles de l'apprentissage par le jeu	30
2. TYPES DE RESSOURCES EMPLOYÉES DANS LA LUDIFICATION DE L'ENSEIGNEMENT	31
2.1 Les simulations	33
2.2 Les jeux vidéo.....	34
2.3 Les jeux de simulations	37

2.4	Les jeux de divertissement commerciaux.....	37
3.	APPRENTISSAGES SCOLAIRES VISÉS PAR L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU	38
3.1	Apprentissages en lien avec le Programme de formation de l'école québécoise	39
3.2	Les jeux vidéo et les simulations dans l'apprentissage de la science et de la technologie	42
4.	CARACTÉRISTIQUES DES JEUX FAVORISANT LA MOTIVATION ET LES APPRENTISSAGES.....	44
4.1	Soutien aux apprentissages intégré au jeu et rétroaction.....	45
4.2	Clarté des règles et des objectifs.....	47
4.3	Caractère réaliste de l'univers simulé.....	48
4.4	Interactions sociales.....	49
4.5	Motivation et <i>flow</i>	50
4.6	Jouabilité et aspects affectifs	53
5.	ENSEIGNER AVEC DES JEUX OU DES SIMULATIONS	54
5.1	Fonctions pédagogiques remplies par les jeux et les simulations	55
5.2	Formation et appropriation des ressources	57
5.3	Accompagnement pédagogique.....	58
5.4	Ressources matérielles.....	59
5.5	Évaluation des apprentissages	59
5.6	Scénario pédagogique.....	62
6.	QUESTION ET OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE RECHERCHE	64
	TROISIÈME PARTIE - MÉTHODOLOGIE	66
1.	DEVIS ET DÉMARCHE GÉNÉRALE DE RECHERCHE	66
2.	DÉMARCHE DE CONCEPTION ET DE VALIDATION D'UNE GRILLE D'ANALYSE ADAPTÉE AU CORPUS À L'ÉTUDE	68
2.1	Approche méthodologique préconisée pour la conception de la grille d'analyse	

.....	69
2.2 Approche méthodologique préconisée pour la validation du contenu de la grille d'analyse.....	70
3. MILIEU SCOLAIRE ÉTUDIÉ, POPULATION ET ÉCHANTILLON	71
4. MÉTHODE DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES DONNÉES	71
4.1 Recension des outils d'analyse ou d'évaluation des jeux sérieux	71
4.2 Conception et validation de la grille d'analyse	72
4.3 Analyse des résultats	74
QUATRIÈME PARTIE - RÉSULTATS	75
1. OUTILS DISPONIBLES POUR L'ÉVALUATION DES JEUX SÉRIEUX	75
2. RECENSION DES BONS PRINCIPES	76
3. SÉLECTION ET JUSTIFICATION DES CRITÈRES D'ANALYSE DES JEUX ET DES SIMULATIONS	78
3.1 Sélection et justification des critères d'analyse relatifs à la description des jeux sérieux et des simulations	78
3.2 Sélection et justification des critères d'analyse relatifs aux apprentissages et à la motivation	83
3.3 Sélection et justification des critères d'analyse liés à l'enseignement avec des jeux et des simulations.....	94
4. VALIDATION PAR LES PARTICIPANTS DES CATÉGORIES ET DES CRITÈRES RETENUS POUR LA GRILLE D'ANALYSE DES JEUX SÉRIEUX	101
4.1 Caractère univoque des catégories et des critères retenus pour la grille d'analyse.....	101
4.2 Capacité à remplir la grille	106
CINQUIÈME PARTIE - DISCUSSION	107
1. CHOIX MÉTHODOLOGIQUES	107
2. RETOMBÉES DE LA RECHERCHE PROPOSÉE	108

3. CONCLUSION.....	109
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	111
ANNEXE 1 - GRILLE D'ANALYSE DES JEUX SÉRIEUX, LETTRE	
D'ACCOMPAGNEMENT ET QUESTIONNAIRE ENVOYÉS AUX	
PARTICIPANTS DE LA RECHERCHE DÉVELOPPEMENT LORS	
DE LA PHASE DE MISE À L'ESSAI.....	119

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Compétences pouvant se voir développées dans l'apprentissage par les jeux selon Kirriemuir et McFarlane (2004)	20
Tableau 2.	Comparaison des éléments constitutifs des jeux contribuant à leur définition selon Salen et Zimmerman (2003) et selon Prensky (2001)	28
Tableau 3.	Principaux types de jeux faisant l'objet de révisions scientifiques dans les écrits portant sur la ludification selon Boyle et al. (2016)	32
Tableau 4.	Effets positifs de l'apprentissage par le jeu faisant l'objet de publications scientifiques selon Boyle et al. (2016)	40
Tableau 5.	Caractéristiques des activités d'apprentissage qui génèrent l'état de <i>flow</i> , selon Kirriemuir et McFarlane (2004)	52
Tableau 6.	Formes d'évaluation possibles pour les jeux et les simulations selon Fishman et al. (2015)	60
Tableau 7.	15 façons d'intégrer les jeux et les simulations dans une leçon selon Becker (2017)	64
Tableau 8.	Catégories et codes associés à l'identification et à l'accessibilité des jeux et simulations	79
Tableau 9.	Comparaison des informations associées aux domaines d'étude ciblés par le jeu Clim'City	80
Tableau 10.	Comparaison des informations associées au public ciblé par le jeu Clim'City	80
Tableau 11.	Catégories et codes associés à la clientèle cible	81
Tableau 12.	Catégories et codes associés au type de jeu ou de simulation	82
Tableau 13.	Catégories et codes associés au contenu de nature scientifique du jeu ou de la simulation	84
Tableau 14.	Compétences du 21 ^e siècle communément citées dans les référentiels et les études parcourues par Voogt et Roblin (2012)	85
Tableau 15.	Catégories et codes associés aux autres compétences abordées dans le jeu ou la simulation	86
Tableau 16.	Catégories et codes associés à l'intégration des contenus au jeu ou à la simulation	87
Tableau 17.	Catégories et codes associés au soutien à l'apprentissage offert par le jeu ou la simulation	89
Tableau 18.	Catégories et codes associés à la clarté des règles et des objectifs du jeu ou de la simulation	90

Tableau 19. Catégories et codes associés au caractère réaliste de l'univers simulé par le jeu ou la simulation	91
Tableau 20. Catégories et codes associés aux interactions sociales favorisées par le jeu ou la simulation	91
Tableau 21. Catégories et codes associés au maintien de l'état de flow dans un jeu ou une simulation	93
Tableau 22. Catégories et codes liés à la jouabilité d'un jeu ou d'une simulation	94
Tableau 23. Catégories et codes liés à la fonction pédagogique d'un jeu ou d'une simulation	95
Tableau 24. Catégories et codes liés au temps d'appropriation d'un jeu ou d'une simulation	96
Tableau 25. Catégories et codes liés à l'accompagnement pédagogique disponible pour un jeu ou une simulation	97
Tableau 26. Catégories et codes liés au type de support physique nécessaire à un jeu ou une simulation	99
Tableau 27. Catégories et codes liés à l'évaluation des apprentissages dans un jeu ou une simulation	100
Tableau 28. Catégorie et codes liés au contenu du jeu ou de la simulation	101
Tableau 29. Catégories de la grille faisant l'objet de discordes	102

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Relation entre le jeu (<i>play</i>) et les jeux (<i>games</i>) (Salen et Zimmerman, 2003)	27
Figure 2.	Relation entre le jeu (<i>play</i>) et les jeux (<i>games</i>) en fonction du niveau d'organisation conféré par le cadre réglementaire qui les régit (Prensky, 2001)	27
Figure 3.	L'apprentissage par le jeu (GBL) et les principaux types de ressources contribuant à ce courant pédagogique (Hainey, Westera, Connolly, Boyle, Baxter, Beeby et Soflano, 2013).	29
Figure 4.	Illustration de l'influence relative de l'évolution des habiletés (<i>skills</i>) de l'apprenant et du degré de difficulté des tâches proposées (<i>challenges</i>) dans le maintien de l'état de <i>flow</i> (<i>flow channel</i>) (van Staalduinen, 2011)	51
Figure 5.	Modèle de recherche développement en éducation selon Harvey et Loisel (2009).	67

LISTE DES ACRONYMES

AESTQ	Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec
COTS	Commercial off-the-shelf
CSE	Conseil supérieur de l'éducation
DGBL	Digital game-based learning
ERIC	Education Resources Information Center
GBL	Game-based learning
G/P/S	Gameplay/purpose/scope
JRMM	Jeu de rôle en ligne massivement multijoueur
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
MMORPG	Massively multiplayer online role playing game
MST	Mathématiques, science et technologie
PC	Personal computer
PFÉQ	Programme de formation de l'école québécoise
SAÉ	Situation d'apprentissage et d'évaluation
ST	Science et technologie
STEM	Science, technology, engineering and mathematics
TIC	Technologie de l'information et des communications

REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements vont à mon entourage immédiat, famille, amis et collègues, qui m'ont soutenu durant la réalisation de cet essai. Les contributions respectives d'Amélie Rochette et de Gabrielle Dionne m'ont particulièrement été précieuses.

Je tiens ensuite à souligner la générosité des quatre participants qui ont commenté la grille d'analyse qui a été produite. Leur expertise a su contribuer à son amélioration. Enfin, je remercie M. Vincent Grenon d'avoir accepté la supervision de mes travaux.

INTRODUCTION

L'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) bouscule les pratiques actuelles en imposant aux enseignantes et aux enseignants qu'ils actualisent leurs méthodes d'enseignement. On leur demande d'utiliser les différentes plateformes numériques offertes de manière à susciter l'intérêt et la motivation des jeunes natifs du monde numérique à l'égard de leurs apprentissages (Arnab, Berta, Earp, de Freitas, Popescu, Romero, Stanescu et Usart, 2012; Prensky, 2001). L'apprentissage par le jeu vidéo remplirait cette fonction, mais les promesses d'une telle approche tardent à se matérialiser, notamment en raison de l'absence d'accompagnement pédagogique (Arnab *et al.*, 2012; Becker, 2007; Becker, 2017; Fishman, Riconscente, Snider, Tsai, et Plass, 2015). En ce sens, notre recherche vise à mettre au point un outil d'analyse des jeux sérieux qui servirait l'emploi optimal des ressources qui sous-tendent ce mouvement. Les catégories adaptées à l'enseignement de la science et de la technologie au Québec y sont soutenues par les bons principes de conception et d'utilisation des jeux sérieux repérés dans les écrits scientifiques, et validées par des spécialistes du domaine de l'enseignement au secondaire.

Le premier chapitre de cet essai fait état de la problématique de recherche et de son contexte. Le second dresse le cadre conceptuel associé à ce projet de recherche. La méthodologie utilisée pour la conception de la grille d'analyse est quant à elle détaillée au troisième chapitre. La présentation des résultats et la discussion suivent aux chapitres quatre et cinq. Pour terminer, la conclusion de ce travail offre une synthèse du processus de recherche développement entrepris et propose des pistes de réflexion pouvant concourir à l'amélioration de l'objet produit.

PREMIÈRE PARTIE

DÉFINITION DE LA PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Le premier chapitre de cet essai vise d'abord à établir la pertinence de la recherche proposée à l'égard du contexte professionnel d'où elle émane. On y présente ensuite la problématique et la question qui guide notre démarche.

1. L'ÉMERGENCE D'UN PROBLÈME

La multiplication des outils pédagogiques numériques impose une nouvelle culture aux enseignantes et aux enseignants. L'intégration raisonnée de ces outils commande toutefois d'observer une distance critique à leur égard, de sorte que la transition attendue ne se réalise pas au détriment de la qualité des apprentissages. C'est en constatant les dérives possibles du tout au numérique, particulièrement en ce qui a trait à l'adoption de nouveaux outils, qu'il nous est apparu souhaitable d'approfondir notre connaissance des avantages et des inconvénients des technologies de l'information et de la communication (TIC) qui sont utilisées dans l'enseignement de la science et de la technologie au secondaire.

Cette constatation nous a amenés à poser notre regard sur l'apprentissage par le jeu vidéo (*digital game-based learning* ou *DGBL*), une approche pédagogique émergente qui suscite autant d'enthousiasme que de critiques. L'étude des pratiques exemplaires entourant une approche pédagogique essentiellement numérique comme celle-ci devrait mener à l'adoption d'une posture avertie au chapitre de ses prémisses et de ses effets. Elle fournira également les arguments pertinents qui justifient l'adoption ou le rejet d'approches et d'outils divers qui sous-tendent plus globalement la transition numérique actuelle. Cette initiative s'inscrit *de facto* dans le développement de compétences professionnelles reconnues (MEQ, 2001). En effet, il s'agit d'un effort d'engagement dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel (compétence 11) qui aura des retombées positives sur notre capacité à intégrer les TIC à des fins de préparation et de

pilotage d'activités d'enseignement-apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel (compétence 8).

L'essai cité en rubrique trouvera sa justification scientifique et sociale dans sa tentative de réconciliation entre la recherche pertinente et les pratiques requises dans le domaine de l'apprentissage par le jeu. En effet, la grille d'analyse des jeux sérieux qui résulte de ce travail de recherche répond à un besoin reconnu du milieu, soit celui d'évaluer les ressources pédagogiques avant de les intégrer en classe (Becker, 2007). Les critères qui y figurent trouvent tous écho dans les écrits pertinents sur le sujet. Il s'agit enfin d'un outil que nous souhaitons structurant en vue d'une adoption réfléchie et sensée des jeux sérieux en enseignement de la science et de la technologie. La grille devrait ainsi permettre l'évaluation d'un jeu vidéo ou d'une simulation par les enseignantes et les enseignants avant leur intégration à une séquence d'enseignement-apprentissage.

2. DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA CULTURE NUMÉRIQUE

L'intégration des TIC à l'enseignement secondaire se vit actuellement au rythme effréné de leur propre évolution et sans orientation apparente. Elle se trouve parfois dictée par des politiques, parfois par des stratégies commerciales, mais le plus souvent par la volonté des acteurs du réseau de l'éducation qui y perçoivent une façon de moderniser leurs pratiques pédagogiques. Pour certains de ces acteurs, l'innovation pédagogique passe impérativement par le recours à la technologie. Pour d'autres toutefois, le recours aux TIC constitue depuis toujours un mal nécessaire imposé par le référentiel des compétences professionnelles (MEQ, 2001). Ainsi, une culture homogène du numérique tarde à émerger, et ce, au moment même où les classes sont prises d'assaut par une clientèle branchée. La pression se fait de plus en plus forte sur le milieu de l'éducation et, incidemment, sur les enseignants pour qu'ils s'adaptent aux réalités numériques actuelles et futures. On leur demande d'utiliser les différentes plateformes numériques offertes de manière à susciter chez les jeunes natifs du monde numérique un intérêt et une motivation à l'égard de leurs apprentissages (Arnab *et al.*, 2012, Prensky, 2001).

Bien au-delà des communications par courriels, on pousse aujourd'hui le personnel enseignant à créer du contenu multimédia et des activités d'apprentissage et d'évaluation assistées par ordinateur, ou encore à concevoir et tenir un blogue ou un site web. Ces attentes de plus en plus normalisées au chapitre de leur compétence en utilisation des TIC semblent, pour une génération de pédagogues du moins, difficilement réconciliables avec leurs préférences didactiques et pédagogiques, avec leur horaire de travail déjà chargé, avec des moyens limités ou encore avec les quelques années qui les séparent de la retraite. Le fossé se creuse davantage lorsque les approches pédagogiques proposées et les contenus de formation reposent exclusivement sur le recours aux TIC. En effet, le jour semble venir où l'apprentissage de la programmation informatique fera l'objet d'un enseignement formel à l'école secondaire, comme en témoignent les initiatives de certaines autorités administratives du domaine de l'éducation (Morasse, 2017; Silcoff, 2016; Singer, 2017). Pour l'heure, cette rupture peut être symbolisée par l'apprentissage par le jeu vidéo (*DGBL*), une approche voulant que les jeux vidéo et les simulations informatiques servent de véhicules aux apprentissages (Prensky, 2001). Ces flamboyantes et prometteuses approches pédagogiques portent non seulement ombrage aux pratiques pédagogiques traditionnelles, mais aussi aux contenus formels de formation, ce qui force les intervenants à prendre position de façon critique face aux phénomènes en vogue et leurs promesses.

3. L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU VIDÉO, UNE DÉRIVE POST-MODERNE?

L'apprentissage par le jeu vidéo peut se traduire par le recours à des simulations informatisées ou à des jeux vidéo dits sérieux (European Schoolnet, 2009; Li et Tsai, 2013; Prensky, 2001). Cette approche a démontré sa pertinence dans des domaines d'apprentissage variés (formation militaire, acquisition de saines habitudes de vie, etc.) et tire profit du rapport intime qu'entretient l'apprenant avec les jeux vidéo qui suscitent chez lui un investissement total (Dempsey, Rasmussen et Lucassen, 1994; Hays, 2005). En ce sens, Lavergne (2013) affirme que le jeu vidéo et la simulation informatique agissent en soutien aux apprentissages en piquant la curiosité, en motivant, ainsi qu'en favorisant la collaboration entre paires, la rétroaction et la différenciation.

Ces ambitieuses prétentions demeurent pour l'instant théoriques et tardent à se voir confirmées par des données probantes issues d'une méthodologie standardisée. Il a toutefois été démontré par une revue des méta-analyses disponibles que l'usage des ordinateurs et d'autres appareils en classe peut soutenir l'engagement scolaire et l'adoption d'une attitude positive relativement à l'apprentissage et à l'école (Hattie, 2009). Selon ce même Hattie (2009), l'utilisation de ces outils peut augmenter la probabilité d'apprendre, mais le lien entre leur recours et l'effet désiré sur les apprentissages reste ténu.

En ce qui concerne l'apprentissage par le jeu, les travaux de Hattie (2009) ne font état que de bénéfices somme toute assez faibles, qui ne dépassent pas réellement l'effet d'un enseignement adapté à l'âge des élèves. Du côté des domaines de formation, la revue de plus de 300 études liant les jeux vidéo à la performance scolaire n'a démontré des effets positifs que pour certains jeux employés dans l'apprentissage des langues, de l'histoire et de l'éducation physique (Young, Slota, Cutter, Jalette, Mullin, Lai, Simeoni, Tran et Yukhymenko, 2012). L'apprentissage des mathématiques et de la science par les jeux vidéo ne trouverait en revanche que très peu d'évidences pouvant soutenir un mouvement pédagogique de masse (Young *et al.*, 2012). Malgré cela, les simulations et les jeux vidéo sont susceptibles d'améliorer l'attitude des apprenants, le plus souvent des élèves moins habiles, quoique des résultats contraires aient été rapportés (Hattie, 2009).

On remarque toutefois que les études validant une application fructueuse de l'apprentissage par le jeu ont tendance à être diffusées de manière plus soutenue que celles qui en atténuent la portée (Westera, 2015). Cette conjoncture pourrait trouver sa source dans le fait que les chercheurs qui publient des résultats de recherche démontrant les bienfaits de l'apprentissage par le jeu participent parallèlement à la conception des outils évalués. Hays (2005) nous met quant à lui en garde contre la généralisation abusive des résultats probants obtenus. Les effets positifs d'un jeu, démontrés dans un contexte précis, auprès d'une clientèle précise, ne devraient pas être interprétés de façon à porter un jugement sur toutes les ressources, dans tous les contextes d'enseignement. Ke et Grabowski (2007) ont par exemple démontré un effet positif du recours aux jeux vidéo sur

les apprentissages dans le contexte de l'apprentissage des mathématiques. Malgré cela, il n'y aurait aucune évidence que l'apprentissage par le jeu puisse se révéler profitable aux apprentissages dans tous les contextes (Ke, 2009).

Ces résultats contrastent avec la propension des médias spécialisés à étaler les bienfaits de l'apprentissage par le jeu, bienfaits qui émanent le plus souvent d'anecdotes pédagogiques enthousiastes et non d'études scientifiques visant à valider l'approche elle-même, les stratégies pédagogiques déployées ou les jeux et les simulations utilisés (Ke, 2009). De plus, l'enseignement assisté par ordinateur, et par extension, l'apprentissage par le jeu, prend racine, comme d'autres approches en vogue d'ailleurs, dans quelques affirmations infondées, ce qui devrait susciter un certain scepticisme (Baillargeon, 2013). Les prétentions de Prensky (2001) selon lesquelles les élèves apprendraient aujourd'hui de façon différente n'ont, par exemple, aucun fondement scientifique (Baillargeon, 2013, Selwyn, 2009). Les enfants du millénaire peuvent afficher certaines préférences, mais leur façon d'apprendre ne peut pas être fondamentalement différente de celle de leurs prédécesseurs.

La nécessité de voir ces approches validées par la communauté scientifique ne devrait donc faire aucun doute. Malheureusement, la méthodologie mise de l'avant dans l'étude de la valeur pédagogique de l'apprentissage par le jeu montre parfois des lacunes qui atténuent la portée des résultats publiés (Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey et Boyle, 2012; Girard, Ecalte et Magnan, 2013; Mayer, Bekebrede, Harteveld, Warmelink, Zhou, van Ruijven, Lo, Kortmann et Wenzler, 2014; Westera, 2015). Ces chercheurs comme d'autres ont relevé le manque de données probantes nécessaires à la démonstration de l'efficacité de l'apprentissage par les jeux vidéo, les simulations ou les environnements virtuels. Les conclusions à tirer quant à l'efficacité des jeux et des simulations sont moins enthousiastes que ne l'est la rumeur populaire en raison, notamment, d'études de nature empirique qui semblent se contredire, lorsqu'elles sont comparables. À titre d'exemple, la portée des écrits scientifiques peut se voir réduite par le fait qu'un jeu n'est pas joué systématiquement de la même façon d'un groupe d'élèves à un autre, ce qui rend les résultats expérimentaux

difficilement comparables, lorsque ceux-ci sont accessibles (Young *et al.*, 2012). De plus, ce champ de recherche demeure fragmenté et cette situation complique le processus objectif d'appréciation de ses retombées pédagogiques.

Les travaux de Connolly *et al.* (2012), tout comme ceux de Boyle *et al.* (2016), tendent à pallier ces errances dans l'étude des jeux sérieux et de leurs effets en tenant compte de la qualité des études recensées dans leur analyse. Ils instillent par cette précaution la distance critique nécessaire à l'appropriation des différents travaux de recherche en suggérant qu'il demeure toujours prudent de juger de la qualité et de la validité des écrits scientifiques avant d'en véhiculer le contenu. Ce principe est d'autant plus vrai dans un domaine où les largesses méthodologiques ont été maintes fois décriées (Hays, 2005). Il apparaît ainsi de plus en plus évident que les chercheurs du domaine doivent assumer pleinement la responsabilité de présenter les succès comme les échecs de telles approches (Westera, 2015).

Or, l'attrait que suscite l'apprentissage par le jeu demeure entier et ne semble pas souffrir du manque d'évidences pointant vers un réel progrès. Becker et Jacobsen (2005) révèlent à cet effet que la moitié des enseignantes et enseignants canadiens sondés, de la maternelle à la 12^e année (n = 109), se disent prêts à tenter l'expérience des jeux vidéo éducatifs, proportion qui augmente par ailleurs lorsque ces ressources leur sont présentées comme des simulations interactives. Une majorité de pédagogues anglais (n = 1634) manifestent quant à eux un intérêt envers l'utilisation de jeux vidéo à des fins pédagogiques, et ce, dans le principal but de stimuler la motivation et l'engagement scolaire (Williamson, 2009). Ces mêmes individus croient que ces outils peuvent soutenir le développement cognitif et métacognitif des élèves. Selon Kirriemuir et McFarlane (2004), le corps enseignant et les parents considèrent que les jeux peuvent s'avérer utiles dans le développement de compétences valables (Tableau 1), mais que leur emploi ne devrait pas se faire au détriment des connaissances et des compétences qui sont requises pour les examens nationaux standardisés.

Tableau 1

Compétences pouvant se voir développées dans l'apprentissage par les jeux selon Kirriemuir et McFarlane (2004)

• <i>Pensée stratégique</i>	• <i>Aptitudes à la négociation</i>	• <i>Communication</i>
• <i>Planification</i>	• <i>Prise de décision en groupe</i>	• <i>Application de chiffres</i>
• <i>Traitement de données</i>		

Les notions de motivation et de compétence apparaissent au cœur des préoccupations des pédagogues intéressés par l'apprentissage par le jeu vidéo. Le concept de motivation constitue par ailleurs l'une des prémisses de ce mouvement, et ce, en raison du lien fort qu'elle entretient avec les apprentissages (Westera, 2015). Le sentiment de motivation se manifeste lorsqu'un individu se trouve énergisé ou animé par l'atteinte d'un objectif (Ryan et Deci, 2000). Ces mêmes auteurs distinguent la motivation intrinsèque, qui réfère à la réalisation d'une tâche parce qu'elle est foncièrement intéressante ou amusante, de la motivation extrinsèque, qui réfère à la réalisation d'une tâche parce qu'elle mène à des résultats distincts (Ryan et Deci, 2000). L'apprentissage par le jeu vidéo soutiendrait les deux sources de motivation, mais de façon asymétrique selon les contextes (Westera, 2015).

Pour ce qui est de la notion de compétence, les chercheurs s'entendent généralement sur le fait qu'elle s'appuie sur des ressources que possède l'individu (des connaissances, des savoir-faire et des attitudes) et sur sa capacité à les mobiliser dans des situations singulières (Kanh et Rey, 2016). Ainsi, il apparaît justifier d'aborder ce concept sous le même angle que celui du corps enseignant québécois, qui est tributaire de la posture épistémologique dictée par le Programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ) (MELS, 2007). On y parle d'une formation centrée sur le développement de compétences, qui sont définies comme des savoir-agir qui contribuent à la formation de la pensée et au développement de l'autonomie.

Le personnel enseignant s'attend donc à ce que le recours aux jeux vidéo et aux simulations suscite la motivation des élèves tout en contribuant aux objectifs éducatifs, en toute cohérence avec les programmes d'enseignement (European Schoolnet, 2009). Fishman *et al.* (2014) relèvent toutefois que pour quarante pour cent d'entre eux ($n = 434$), les exigences propres aux examens standardisés nuisent à leur adhésion à l'apprentissage par le jeu vidéo.

Bien que les études de nature empirique ne mènent pas toutes au même constat, un consensus semble tout de même se former autour des promesses d'une telle approche pédagogique (Lavergne, 2013). Une réelle percée de l'apprentissage par le jeu ne peut être rendue possible que par la démonstration exemplaire de sa légitimité, et non pas par ce qui s'apparente actuellement à un acte de foi. Le manque de données probantes couplé aux efforts de moins en moins subtils de l'entreprise privée pour s'immiscer dans les écoles commandent la distance critique nécessaire à l'adoption raisonnée d'approches ou de stratégies pédagogiques émergentes (Baillargeon, 2013).

4. QUESTION GÉNÉRALE DE RECHERCHE

Les élèves du secondaire perdent progressivement leur motivation à l'endroit de l'étude de la science et de la technologie, et ce, de manière précoce (CSE, 2013). Ainsi, la clientèle du 2^e cycle du secondaire, qui s'avère par expérience plus difficile à motiver, pourrait bénéficier d'une approche plus ludique offerte par le jeu vidéo ou la simulation informatique. Cette approche pourrait également, dans la mesure où ces outils existent, soutenir les apprentissages liés aux aspects quantitatifs des concepts scientifiques qui sont en apparence la cause de nombreux échecs dans ce domaine. Bien que d'un point de vue historique les enseignantes et les enseignants de science et technologie aient toujours pu s'appuyer sur des activités motivantes au laboratoire, sur le terrain ou dans un atelier de fabrication, celles-ci peuvent requérir des ressources importantes et ainsi ne se voir menées que de façon ponctuelle. Les principes de l'apprentissage par le jeu, s'ils sont validés et qu'ils servent réellement l'apprentissage, pourraient soutenir l'intégration d'activités

d'apprentissage complémentaires motivantes, qui suscitent un engagement scolaire accru chez l'apprenant (Lavergne, 2013). Dans de telles circonstances, elles pourraient parallèlement permettre à l'enseignant de répondre aux exigences du programme de formation en regard du développement de la compétence professionnelle 8, qui vise l'intégration des TIC à des fins de préparation et de pilotage d'activités d'enseignement-apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel (MEQ, 2001).

Les ressources à la disposition du personnel enseignant de ce domaine sont toutefois peu diffusées ou dispersées, ce qui nuit à leur adoption. La revue des écrits scientifiques ne permet la recension que d'un nombre restreint d'exemples de jeux sérieux ou de simulations en science et technologie (Boyle, MacArthur, Connolly, Hainey, Manea, Kärki, et van Rosmalen, 2014; Li et Tsai, 2013), et il apparaît tout aussi difficile de dénicher de l'information sur l'utilisation rationnelle d'un jeu ou d'une simulation en classe, lorsque celle-ci existe (Becker, 2007). Or, peu de pédagogues disposent du temps nécessaire au quotidien pour localiser et évaluer les ressources et ensuite préparer une séquence d'enseignement-apprentissage qui les met en valeur, et ce, dans un domaine en constante évolution (Becker, 2007). Paradoxalement, une meilleure connaissance des ressources existantes ainsi que leur analyse critique induiraient fort probablement un effet d'entraînement sur la volonté de développer des séquences d'enseignement-apprentissage les mettant en scène. Cette étape, qui s'éloigne de l'approche opportuniste qui peut parfois caractériser le recours aux TIC, passe par la recension systématique des outils disponibles qui se rapportent aux contenus à faire apprendre, suivie de leur évaluation formelle en vue d'une utilisation raisonnée dans un cours de science et technologie.

L'absence d'une évaluation formelle des jeux sérieux adaptés à l'enseignement de la science et de la technologie au Québec devrait amener l'enseignante ou l'enseignant désireux d'y avoir recours à développer ses propres moyens d'évaluation, ce qui lui permettrait de faire des choix éclairés dans la planification d'activités pédagogiques motivantes. Comme mentionné précédemment, la recherche empirique sur la valeur des

approches issues de la ludification souffre d'un manque de rigueur méthodologique et il apparaît impossible, étant donné leur nombre croissant, de traiter scientifiquement de la valeur pédagogique de chacune des ressources disponibles. L'imputabilité et la responsabilité des éditeurs de jeux et de simulations, quoique souhaitables, ne peuvent de surcroît être tenues pour acquises, ce qui incite à la plus grande prudence (Mayer *et al.*, 2014). La ou le pédagogue devrait ainsi se donner le pouvoir de cerner les coûts et les bénéfices de l'intégration de ressources ludiques dans son enseignement afin de favoriser l'optimisation des processus d'apprentissage chez les élèves ciblés. Dans ce contexte, une évaluation partielle ou exhaustive des jeux et simulations électroniques en place apparaît nécessaire avant leur intégration à une séquence d'enseignement-apprentissage.

4.1 Question de recherche

Les enseignantes et les enseignants du secteur secondaire peuvent être tentés d'intégrer des jeux à leur enseignement dans le but de soutenir l'intérêt et de favoriser les apprentissages en science et technologie. Plusieurs se trouvent alors confrontés à la sélection de ressources pertinentes et validées, tout en sachant que de nombreuses contraintes les maintiendront à distance d'une expérience pédagogique réussie. Toutes et tous devront par exemple cibler les différentes ressources qui serviront l'apprentissage des concepts prescrits et des autres compétences disciplinaires ou interdisciplinaires au programme (MELS, 2007; MELS, 2011). Les pédagogues doivent par la suite tester les ressources ciblées en procédant à leur évaluation qualitative avant de les voir s'insérer harmonieusement dans une planification globale (Becker, 2007). Ces éléments nous amènent donc à poser la question de recherche suivante :

Quels aspects des jeux sérieux et de l'apprentissage par le jeu vidéo (*DGBL*) devrait-on examiner afin d'évaluer la valeur pédagogique d'un jeu ou d'une simulation et ainsi justifier leur pertinence dans une séquence d'enseignement-apprentissage en science et technologie au secondaire?

Les balises nécessaires à la pleine réalisation du potentiel de l'apprentissage par le jeu sérieux sont aujourd'hui fournies par les quelques recherches qui s'attardent aux conditions d'intégration de ce type de pédagogie (Hennessy, Wishart, Whitelock, Deane, Brawn, la Velle, McFarlane, Ruthven et Winterbottom, 2007; Scalise, Timms, Moorjani, Clark, Holtermann et Irvin, 2011). Le corps enseignant devrait pouvoir bénéficier des retombées de cette branche de la recherche en la matière afin de tirer profit des meilleures pratiques actuelles.

DEUXIÈME PARTIE

CADRE DE RÉFÉRENCE

L'apprentissage par le jeu vidéo ou les simulations informatiques offrirait une solution aux enseignantes et aux enseignants qui se heurtent au manque de motivation des élèves envers leurs apprentissages. Il représente également une occasion de renouvellement des pratiques enseignantes. L'intégration de ce type de ressources commande toutefois la connaissance et le respect d'un certain nombre de principes qui feront l'objet du présent chapitre. Nous avons posé notre regard sur la définition et la valeur pédagogique de cette approche, sur les composantes des jeux et des simulations qui soutiennent l'apprentissage et la motivation, ainsi que sur les aspects pratiques de leur intégration. La dernière section de ce chapitre se consacre à l'établissement de la question spécifique de recherche et des objectifs particuliers poursuivis.

1. L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU NUMÉRIQUE, UNE APPROCHE PÉDAGOGIQUE ÉMERGENTE EN SOUTIEN À LA MOTIVATION ET AUX APPRENTISSAGES

Les apprentissages de l'homme sont fondamentalement liés au jeu, ce qui a inmanquablement donné naissance à une approche pédagogique fondée sur le jeu (*game-based learning* ou *GBL*) qui s'éloigne des approches traditionnelles en plaçant vraisemblablement le plaisir avant l'effort. Les promesses de l'apprentissage par le jeu reposent toutefois sur un certain nombre de principes qui, malheureusement, peuvent se voir oubliés en présence du désir de certains acteurs d'intégrer rapidement cette pratique au curriculum scolaire.

1.1 *Paida, ludus* et l'apprentissage

La propension naturelle que démontre l'homme à l'endroit des jeux justifierait selon certains leur utilisation dans un contexte scolaire, où les apprentissages revêtent le plus

souvent un caractère obligatoire (Prensky, 2001; Westera, 2015). L'attrait pour le jeu en soutien aux apprentissages réside principalement dans le fait qu'il puisse constituer une source de motivation intrinsèque sans pareille pour les apprenants. Les jeux sont de plus associés à la joie, au loisir et au plaisir et permettent une forme de liberté d'exploration qui rompt avec la tradition éducationnelle (Westera, 2015). Afin de prendre la mesure de l'importance du lien existant entre le jeu et l'apprentissage, plusieurs auteurs relèvent par ailleurs la nécessité du jeu dans l'apprentissage de certains comportements qui assurent la survie de nombreux animaux (Becker, 2017; Prensky, 2001; Westera, 2015).

Le plaisir de jouer viendrait donc, selon Prensky (2001), contrecarrer le rite millénaire et nécessairement douloureux de l'apprentissage en insufflant un état de relaxation et de réceptivité à l'apprenant. Le jeu semble plus particulièrement propice aux apprentissages lorsqu'il induit l'état de *flow* chez son utilisateur, un état d'esprit qui est généré par une activité foncièrement intéressante et qui se manifeste chez la joueuse ou le joueur par une concentration et un plaisir accrus (Hamari, Shernoff, Rowe, Coller, Asbell-Clarke et Edwards, 2016; Kirriemuir et McFarlane, 2004; Prensky, 2001; Westera, 2015). Le caractère engageant et immersif d'un jeu vidéo bien conçu aurait donc avantage à être exploité à des fins pédagogiques, et ce, particulièrement auprès des enfants des nouvelles générations (Prensky, 2001).

Fondamentalement, le jeu (*play*) ne requiert pas l'utilisation de jeux (*games*) (Figure 1). Le jeu (*play*) et le plaisir qui en découle sont plutôt propres aux jeux (*games*) (Salen et Zimmerman, 2003).

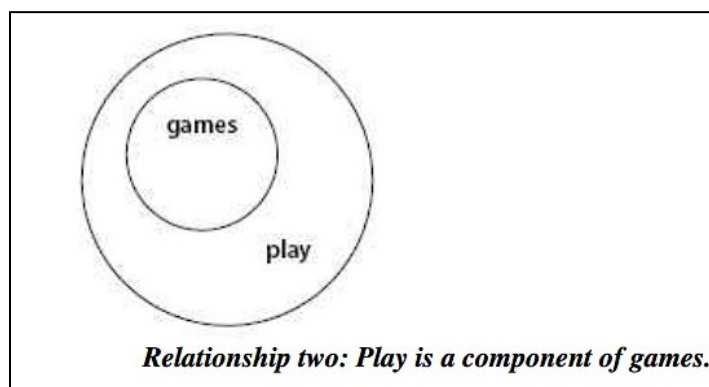


Figure 1. Relation entre le jeu (*play*) et les jeux (*games*) (Salen et Zimmerman, 2003)

La participation à un jeu se distingue ainsi du jeu libre ou du jeu spontané (*play*) par son niveau d'organisation (Figure 2). L'organisation ou la structure d'un jeu lui est le plus souvent conférée par ses différentes règles. En ce sens, Caillois (1958) positionne toute activité ludique selon un continuum allant de *paida*, le jeu libre, à *ludus*, le jeu organisé, en fonction du degré de liberté que permet le cadre réglementaire du jeu.

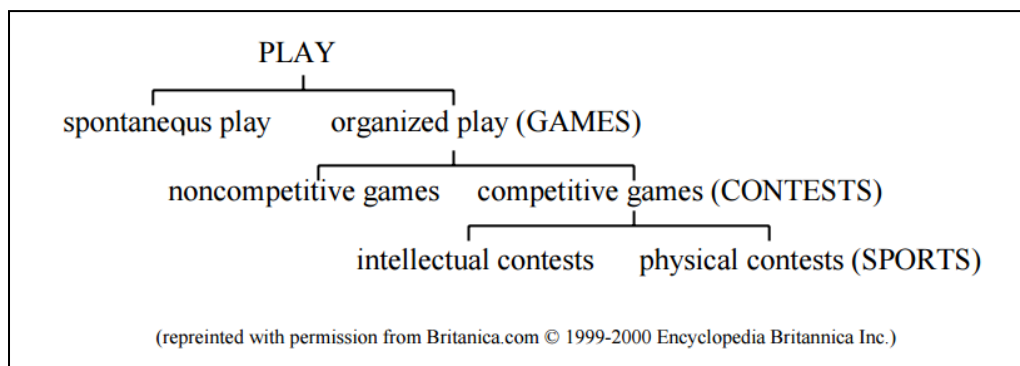


Figure 2. Relation entre le jeu (*play*) et les jeux (*games*) en fonction du niveau d'organisation conféré par le cadre réglementaire qui les régit (Prensky, 2001)

Dans leur ouvrage théorique sur la conception de jeux, Salen et Zimmerman (2003) proposent une définition claire et synthétique de ce qui devrait correspondre à un jeu : « Un jeu est un système dans lequel les joueurs prennent part à des conflits artificiels, encadrés par des règles, et qui génèrent des résultats quantifiables. » [traduction] (Chapitre 7, p.11).

Certains préfèrent à cette définition celle de Prensky (2001), qui se révèle moins stricte (Backlund et Hendrix, 2013). En effet, on trouve dans la définition de Prensky (2001) des éléments partagés par celle de Salen et Zimmerman (2003), soit la présence de règles, l'adversité (conflit, compétition, défi, opposition) et l'obtention de résultats (pointage, progression, etc.) (Tableau 2). Prensky (2001) met toutefois de l'avant quelques composantes supplémentaires qui sont inhérentes aux jeux telles la définition du but et des objectifs à atteindre, l'interactivité et la structure narrative. Selon ce dernier, les différentes facettes des jeux qui sous-tendent leur définition concourraient également à susciter l'engagement scolaire.

Tableau 2

Comparaison des éléments constitutifs des jeux contribuant à leur définition selon Salen et Zimmerman (2003) et selon Prensky (2001)

Salen et Zimmerman (2003)	Prensky (2001)
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Règles</i> • <i>Résultats quantifiables</i> • <i>Conflits artificiels</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Règles</i> • <i>Buts ou objectifs</i> • <i>Résultats et rétroaction</i> • <i>Conflits/compétition/défi/opposition</i> • <i>Interaction</i> • <i>Représentation ou histoire</i>

De son côté, Becker (2017), qui s'intéresse aux jeux vidéo, propose que ce type de jeu doive principalement faire preuve d'interactivité, tout en comportant des règles, un ou plusieurs objectifs, ainsi qu'une mesure de la progression et une fin identifiable.

1.2 Le jeu, sérieux?

Le caractère mobilisant de nombreux jeux a donné naissance à une approche pédagogique que l'on pourrait traduire par apprentissage par le jeu (*GBL*). Cette approche mise sur l'utilisation de jeux dits sérieux (Figure 3). Le terme jeux sérieux réfère quant à lui à l'utilisation de jeux éducatifs ou de simulations dont la finalité dépasse celle du simple

divertissement (Becker, 2017). L'apprentissage par le jeu admet également, mais de façon plus rare, de ces jeux commerciaux (*entertainment games*) conçus dans le but premier d'offrir un divertissement (Backlund et Hendrix, 2013; Becker, 2017; Boyle, Hainey, Connolly, Gray, Earp, Ott, Lim, Ninaus, Ribeiro et Pereira, 2016; Djaouti, Alvarez et Jessel, 2011).

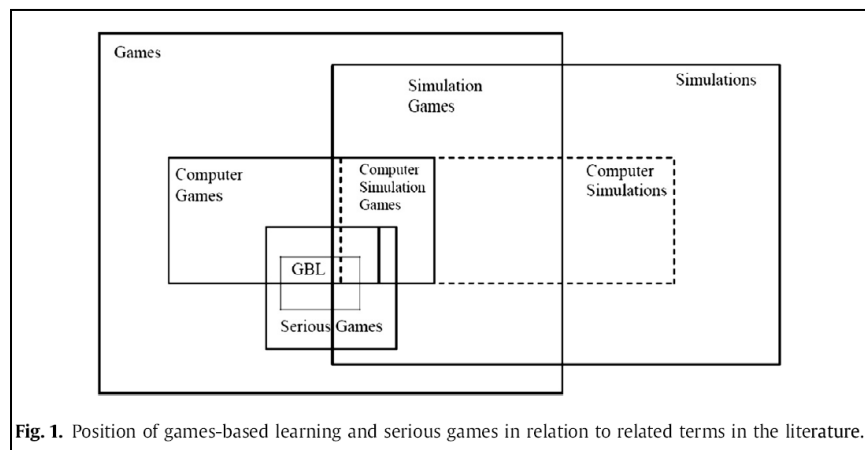


Fig. 1. Position of games-based learning and serious games in relation to related terms in the literature.

Figure 3. L'apprentissage par le jeu (*GBL*) et les principaux types de ressources contribuant à ce courant pédagogique (Hainey, Westera, Connolly, Boyle, Baxter, Beeby et Soflano, 2013)

Les références les plus communes au jeu sérieux sous-tendent la plupart du temps des environnements numériques (Backlund et Hendrix, 2013). L'apprentissage par le jeu s'incarne donc aujourd'hui par le recours à des jeux vidéo ou à toutes autres applications ludiques d'un programme informatique possédant une valeur éducative. Les jeux vidéo éducatifs sont ceux qui visent l'acquisition de connaissances et qui favorisent une posture cognitive (façon de penser et de comprendre) qui est utile dans le contexte scolaire et ailleurs (Klopfer, Osterweil et Salen, 2009). Au-delà des jeux vidéo et des simulations informatiques, cette approche pédagogique peut inclure des technologies de visualisation ou autres environnements virtuels (Backlund et Hendrix, 2013).

La prépondérance des ressources informatiques propres à ce courant rend l'appellation apprentissage par le jeu numérique (*digital game-based learning* ou *DGBL*) tout aussi commune et souvent plus appropriée que celle d'apprentissage par le jeu (*GBL*) (Hainey *et al.*, 2013). Ces outils pédagogiques se déclinent sur de multiples plateformes numériques : ordinateurs de table ou portatifs, ressources en ligne, téléphones intelligents et consoles de jeu (Boyle *et al.*, 2016). C'est dans ce contexte que le terme apprentissage par le jeu sera employé afin de désigner cette approche pédagogique qui vise à soutenir l'engagement scolaire et l'apprentissage par le recours à des jeux vidéo ou à des simulations informatiques, ce que les anglophones qualifient de *game-based learning* (*GBL*) ou de *digital game-based learning* (*DGBL*).

1.3 Prétentions éducationnelles de l'apprentissage par le jeu

Comme soulevé précédemment, le jeu semble favoriser les apprentissages à plusieurs égards en raison du plaisir et de l'état d'engagement qu'il provoque chez les joueurs. De nombreux autres arguments sont proposés dans la campagne de promotion d'une telle approche pédagogique, mais font plus rarement l'objet d'une prise de position objective. On parle le plus souvent du potentiel des jeux à défaut de pouvoir soutenir cette idéologie à l'aide de données probantes (O'Neil, Wainess et Baker, 2005). Les promesses de l'apprentissage par le jeu portent surtout sur l'amélioration de l'engagement scolaire et de la motivation, ce qui aurait en retour un effet positif sur les apprentissages (Westera, 2015). Les jeux de divertissement sont généralement accrocheurs et suscitent l'investissement soutenu de leurs adeptes, ce qui pourrait, dans un contexte scolaire, venir remédier à la faible motivation des élèves. On souhaite en outre que les qualités intrinsèques des jeux vidéo se traduisent par un engagement scolaire accru.

Selon Oblinger (2004), les jeux vidéo représentent des environnements d'apprentissage puissants parce qu'ils peuvent soutenir de façon multisensorielle, active et expérientielle l'approche pédagogique par résolution de problèmes. Ils favorisent également l'émergence des savoirs antérieurs nécessaires à l'avancement dans le jeu et fournissent une

rétroaction immédiate, ce qui permet aux utilisateurs de tester des hypothèses et d'apprendre de leurs actions. Enfin, non seulement favorisent-ils l'auto-évaluation par le pointage obtenu ou les différents niveaux atteints, mais ils fournissent également un environnement social qui compte un bassin d'adeptes dont le nombre est croissant.

Westera (2015) classe les arguments en faveur du recours à l'apprentissage par le jeu dans trois catégories : l'argument de l'engagement scolaire, l'argument des apprentissages et l'argument de leur impact sur le milieu scolaire ou sur les apprenants (Westera, 2015). Les écrits spécialisés dans le domaine reposent donc le plus souvent sur les quelques principes revus par ce même auteur : Les jeux sont prenants, l'homme est un joueur né, les jeux génèrent un investissement continu (*cognitive flow*), les jeux permettent l'apprentissage par la pratique, les jeux offrent une rétroaction continue, les joueuses et les joueurs se trouvent en contrôle de leur apprentissage et peuvent aussi apprendre de leurs pairs, les jeux ou simulations permettent une expérimentation sécuritaire et parlent plus particulièrement aux enfants du millénaire. Quoique certains de ces arguments s'appuient sur une forme de raisonnement logique, il peut parfois s'avérer difficile de faire la démonstration de leurs bienfaits.

2. TYPES DE RESSOURCES EMPLOYÉES DANS LA LUDIFICATION DE L'ENSEIGNEMENT

La grande diversité des ressources pédagogiques numériques et ludiques actuellement disponibles contribue à entretenir certains quiproquos au chapitre de l'apprentissage par le jeu. Pourtant, les ressources qui sous-tendent cette approche pédagogique se classent généralement assez bien dans des catégories facilement identifiables. Qian et Clark (2016) recensent quatre genres de jeux contribuant à l'apprentissage par le jeu : les jeux éducatifs (jeux sérieux, simulations), les jeux de divertissement éducatif (*edutainment*), les jeux de divertissement (jeux de console, jeux en ligne, *massive multiplayer online role-playing games [MMORPG]* ou jeux de rôle en ligne massivement multijoueur [JRMM], par exemple) et les jeux basés sur le design (*design-based games*) (jeux de programmation ou

outils utilisés de manière ludique qui permettent la réalisation de productions numériques). Les simulations ou les jeux ont généralement recours à un modèle d'étude ou à un jeu (jeu de rôle ou de prise de décisions, par exemple) dans le but de susciter l'engagement scolaire de l'apprenant, et ce, malgré le fait que certains jeux ne soient pas spécialement engageants ou plaisants (Hattie, 2009).

Ces nombreuses déclinaisons bénéficient d'une forme de classement qui facilite le repérage et l'encodage de ces ressources en fonction des objectifs pédagogiques poursuivis. En ce sens, les plus récentes recherches sur le sujet portent à croire que les ressources contribuant à l'apprentissage par le jeu se classeraient dans l'une ou l'autre des huit catégories déterminées par Boyle *et al.* (2016) dans leur revue des écrits scientifiques sur les évidences empiriques de l'impact positif des jeux (Tableau 3).

Tableau 3

Principaux types de jeux faisant l'objet de révisions scientifiques dans les écrits portant sur la ludification selon Boyle *et al.* (2016)

Type (anglais)	Type (français)
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Simulations</i> • <i>Role-playing games</i> • <i>Drill and practice games</i> • <i>MMORPGs (Massively Multiplayer Online Role-Playing Games)</i> • <i>Strategy games</i> • <i>Puzzles</i> • <i>Adventure games</i> • <i>Simulation games</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulations • Jeux de rôles • Jeux d'entraînement • JRMM (Jeux de rôle en ligne massivement multijoueurs) • Jeux de stratégie • Casse-tête • Jeux d'aventure • Jeux de simulation

Parmi les ressources recensées, on trouve des jeux vidéo éducatifs ou des simulations développées à des fins d'apprentissage, ainsi que des jeux vidéo commerciaux de divertissement qui sont généralement plus accessibles (*commercial off-the-shelf* ou *COTS*) et dont la finalité peut être détournée au profit d'apprentissages scolaires. La classification

de Boyle *et al.* (2016), dont les éléments sont décrits dans les sections suivantes, soutiendra notre démarche de catégorisation des jeux sérieux.

2.1 Les simulations

Le terme simulation renvoie généralement à une représentation générée électroniquement d'un système existant, d'un système abstrait, d'un environnement particulier ou d'un processus (Hainey *et al.*, 2013). Celles dont il est question dans le domaine de l'apprentissage par le jeu sont donc des modèles informatiques de situations réelles ou hypothétiques ou de phénomènes naturels qui permettent à l'utilisateur d'explorer le résultat de la manipulation ou de la modification de leurs paramètres internes (National Research Council, 2011; O'Neil *et al.*, 2005). Les simulations, contrairement aux jeux, ne sont pas régies par un ensemble de règles, de contraintes, de punitions ou de privilège et n'ont pas de but apparent ou de progression linéaire (O'Neil *et al.*, 2005).

Conséquemment, l'usage de simulations ne s'inscrit pas par définition dans la mouvance de l'apprentissage par le jeu puisqu'un jeu comprend un certain degré de compétition qui fait défaut aux simulations (Ke, 2009). Une simulation peut néanmoins générer une rétroaction immédiate qui permet de se mesurer à soi-même. Elle peut également se voir habillée d'une structure ludique, ce qui en fait alors un outil ludique à part entière. Les simulations ne présentent pas toutes le caractère compétitif des jeux, mais ont en retour l'avantage de reproduire des problèmes du monde réel (Hattie, 2009). Elles se substituent aux expériences de manière peu coûteuse et sécuritaire, ce que démontre l'entraînement du personnel de l'industrie nucléaire au moyen de simulateurs disponibles sur PC (Kirriemuir et McFarlane, 2004).

Cette catégorie inclut également les outils technologiques de visualisation interactive qui se révèlent très utiles dans le domaine de l'enseignement de la science. D'une part, les simulations permettent d'illustrer des phénomènes invisibles, ce qui leur donne une grande valeur. D'autre part, elles reflètent le travail des scientifiques qui les utilisent pour

comprendre des phénomènes naturels se déroulant à l'échelle atomique autant qu'à l'échelle planétaire (National Research Council, 2011).

En outre, certaines simulations sont dites ciblées en ce qu'elles limitent les interactions aux seules dynamiques d'intérêt (National Research Council, 2011). Les simulations interactives *PhET (Physics Education Technology)* de l'Université du Colorado en sont de bons exemples dans les domaines de la physique, de la chimie, de la biologie et des mathématiques.

2.2 Les jeux vidéo

Il existe de nombreux types de jeux vidéo. Généralement, ils sont catégorisés en fonction de leurs mécaniques de jeu propres ainsi que par les différents objectifs qu'ils poursuivent. C'est ainsi que s'articule la classification proposée par Boyle *et al.* (2016) dans les prochaines sous-sections.

2.2.1 Les jeux de rôle

De nombreux jeux tirent leur popularité du fait qu'ils permettent la création d'avatars, des représentations ludifiées des joueuses et des joueurs, et que ces derniers puissent les mettre en scène. Il s'agit de jeux dans lesquels les joueurs humains adoptent les caractéristiques d'une autre personne ou d'une créature quelconque (Kirriemuir et McFarlane, 2004). Les incarnations peuvent être diverses : un personnage imaginaire investi d'une mission ou une professionnelle ou un professionnel s'acquittant de ses fonctions.

2.2.2 Les jeux d'entraînement

Les jeux d'entraînement (*drill and practice games*) sont ces jeux où la joueuse ou le joueur est confronté à sa propre compétence et ceux-ci visent parfois la maîtrise de

concepts. Plusieurs jeux de mathématiques présentent des activités d'entraînement qui ciblent spécifiquement le développement de compétences. Les jeux vidéo d'exercices, d'entraînement et de répétition ont démontré une efficacité supérieure aux pratiques traditionnelles parce qu'ils suscitent un niveau d'engagement qui amène l'élève à se dépasser et à atteindre un haut niveau de maîtrise des objets d'étude (Hattie, 2009).

2.2.3 Les jeux de rôle en ligne massivement multijoueurs

On peut jouer aux jeux de rôle dans un contexte social en ligne, ce qui donne naissance à une communauté d'adeptes au sein de laquelle circule notamment de l'information relative aux stratégies de jeu. On y reconnaît des éléments du socioconstructivisme, une approche préconisée dans la refonte des programmes de l'école québécoise (MELS, 2007). En effet, les environnements éducatifs collaboratifs favorisent des interactions positives entre les apprenants, la circulation d'informations, la construction commune des connaissances et la négociation (Arnab *et al.*, 2012). Certains JRMM offrent ce genre d'environnements collaboratifs dont l'enseignement pourrait tirer profit en toute cohérence avec cette théorie de l'apprentissage. De nombreux chercheurs du domaine placent par ailleurs leur démarche dans l'apprentissage contextualisé (*situated learning theory*) ou l'apprentissage par résolution de problèmes (*problem-based learning*), des déclinaisons du constructivisme (Wu, Chiou, Kao, Alex Hu et Huang, 2012).

2.2.4 Les jeux de stratégie

Dans les jeux de stratégie, la joueuse ou le joueur est appelé à raisonner et à planifier ses actions afin de remporter la partie. La victoire est obtenue par une planification exemplaire, ce qui laisse peu de place au hasard. Ces jeux vidéo tirent généralement leur origine du jeu d'échecs ou du jeu go. Un joueur pourrait par exemple y assumer le commandement d'une armée dans le contexte d'une reconstitution historique (Kirriemuir et McFarlane, 2004).

2.2.5 Les jeux de type casse-tête

Quoique certains autres types de jeux puissent inclure des puzzles, les jeux propres à ce style ne portent que sur la résolution d'une énigme. Ces jeux sollicitent plus que tout le sens logique des joueuse et des joueurs. Les jeux comme *Tetris* sont des jeux de type casse-tête dans lesquels la composante temporelle est souvent au cœur des défis posés (Kirriemuir et McFarlane, 2004).

2.2.6 Les jeux d'aventure

Dans la plupart des jeux d'aventure, la joueuse ou le joueur résout un certain nombre d'énigmes afin de progresser au sein d'un environnement virtuel (Kirriemuir et McFarlane, 2004). Elle ou il pourrait y être appelé à collecter différents éléments qui lui permettront de mener à bien la quête.

2.2.7 Les jeux de conception/programmation

Les jeux basés sur le design (*design-based games*) sont des jeux de programmation ou des outils informatiques utilisés de manière ludique qui permettent la réalisation de productions numériques. Ces derniers semblent promouvoir de façon plus efficace les apprentissages en regard des compétences du 21^e siècle. En effet, la démocratisation des outils de programmation, qui ont parfois des allures de jeux, vient ici enrichir le curriculum des compétences à développer, tout en soutenant le développement de compétences transversales utiles (Arnab *et al.*, 2012).

Dans le même ordre d'idées, Qian et Clark (2016) ont démontré que les jeux de programmation (*design-based games*) se montraient plus efficaces que les jeux éducatifs et de divertissement. Ainsi, la création de jeux vidéo en lien avec les contenus disciplinaires s'avérerait profitable et constituerait une façon de rendre l'apprenant responsable de ses apprentissages tout en suscitant un engagement scolaire plus profond (Arnab *et al.*, 2012).

En ce sens, l'étude de Coller et Scott (2009) a montré que des élèves d'un cours de méthodes quantitatives ayant appris en concevant des jeux plutôt qu'en y jouant ont consacré deux fois plus de temps à leurs tâches scolaires, ce qui témoignerait de leur engagement scolaire accru. L'élève doit sentir qu'il détient une forme de contrôle sur ses apprentissages, ce qui apparaît réalisable dans le contexte de la création d'un jeu.

2.3 Les jeux de simulations

Les jeux de simulations empruntent les codes des deux médias interactifs qui en composent la dénomination, soit les jeux et les simulations (O'Neal *et al.*, 2005). Ceux-ci, par leur design, proposent au joueur (ou à celui ou celle qui est en contrôle) d'ajouter, d'enlever ou d'ajuster diverses variables du jeu, ce qui génère une rétroaction immédiate en fonction de ses actions (Kirriemuir et McFarlane, 2004). Ces versions ludifiées des simulations, imaginées pour être moins arides, donc plus agréables, proposent des objectifs mieux définis tout en respectant l'authenticité des liens de causalité (O'Neal *et al.*, 2005). Les jeux de simulation peuvent ainsi exploiter le sentiment de compétition et se voir encadrés par des règles, ce que les simulations ne permettent pas généralement.

Le jeu *The Sim City* est probablement le jeu de simulation qui a fait l'objet du plus grand nombre d'évaluations. Ce jeu favorise la discussion de groupe et l'expérimentation, mais aussi le développement de compétences qui ne sont pas immédiatement apparentes dans le jeu (mathématiques, planification urbaine, conscience environnementale, etc.) et qui pourraient s'intégrer aux connaissances et aux compétences disciplinaires (Kirriemuir et McFarlane, 2004).

2.4 Les jeux de divertissement commerciaux

Pour ce qui est des jeux commerciaux exclusivement voués au divertissement, ceux dont le potentiel motivationnel est à l'origine du mouvement, il apparaissait à Kirriemuir et McFarlane (2004) peu probable de les voir émerger en classe en raison de la difficulté

qu'éprouve le personnel enseignant à en justifier la pertinence relativement aux programmes enseignés, mais aussi auprès des autorités scolaires impliquées.

Ces jeux sont souvent associés à l'adoption de comportements violents (Greitemeyer et Mügge, 2014) ou à l'épidémie d'obésité qui sévit en occident (Baillarger, 2013). Boyle *et al.* (2016) notent à cet effet une diminution de l'intérêt pour les jeux vidéo commerciaux par rapport à leur étude précédente (Connolly *et al.*, 2012), des jeux qui étaient alors plus fréquemment associés aux domaines de la santé et des sciences humaines. L'arrimage curriculaire difficile en serait la principale cause, ce qui amène les auteurs à plaider en faveur du développement de ressources alignées sur les programmes d'enseignement. Malgré cela, l'étude des jeux vidéo commerciaux sert à la recherche des éléments qui suscitent la motivation et l'apprentissage informel, l'objectif étant de les intégrer aux jeux sérieux. Kirriemuir et McFarlane (2004) ajoutent que le manque de temps de formation sur ces outils ainsi que la somme de contenu impertinent qu'ils présentent les rendent moins attrayants que d'autres ressources ou approches pédagogiques éprouvées.

3. APPRENTISSAGES SCOLAIRES VISÉS PAR L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU

En ce qui concerne les apprentissages scolaires, les principales préoccupations des chercheurs du domaine de l'apprentissage par le jeu transcendent les écrits scientifiques sur le sujet. En effet, la plupart des recherches visent à établir l'incidence des jeux sur les apprentissages par la mesure du rendement scolaire (*academic achievement*), de la performance cognitive et de l'acquisition de savoirs ou de compétences, comme la résolution de problèmes et la pensée critique (Perrotta, Featherstone, Aston et Houghton, 2013). D'autres études s'attardent quant à elles à mesurer l'engagement scolaire ou la motivation à l'égard des activités d'apprentissage, ainsi que l'attitude générale de l'apprenant envers l'école ou un champ disciplinaire particulier (Perrotta *et al.*, 2013). Ces aspects de l'apprentissage coexistent en raison de la diversité des jeux et des simulations disponibles, mais aussi des différents contextes dans lesquels ils sont déployés. L'apprentissage par le jeu donnerait donc lieu à des apprentissages multiples, tout en

soutenant l'engagement scolaire. Cet effort de synthèse de la recherche actuelle et passée sur l'apprentissage par le jeu vidéo est partagé par d'autres auteurs, qui participent ainsi à un mouvement qui vise à combler l'écart existant entre de simples assertions et la véritable valeur de cette approche pédagogique.

L'acquisition de savoirs et le développement de compétences disciplinaires demeurent toutefois au cœur des préoccupations du personnel enseignant, et ce, même si d'autres apprentissages, formels ou informels, peuvent être réalisés par le recours aux jeux vidéo et aux simulations. Ces autres apprentissages vont du développement de compétences du 21^e siècle (pensée critique, créativité, communication, collaboration), de compétences cognitives (assimilation des connaissances, transfert des savoirs, charge cognitive, acquisition de connaissances) et d'autres compétences (motrices, spatiales, visuelles), à la modification des comportements et des attitudes (Qian et Clark, 2016). L'éventail des apprentissages couverts par cette approche pédagogique recoupe certains éléments centraux du Programme de formation de l'école québécoise, ce qui pourrait permettre d'en justifier le recours tout en fournissant certaines balises nécessaires à son intégration raisonnée.

3.1 Apprentissages en lien avec le Programme de formation de l'école québécoise

Le PFÉQ offre plusieurs points d'ancrage aux pratiques pédagogiques émergentes. L'idéologie socioconstructiviste sous-jacente pourrait justifier, par exemple, le recours à des jeux vidéo multijoueurs, pendant que la résolution de problèmes au cœur de certains jeux servirait l'approche par compétences du PFÉQ. Les travaux de Boyle *et al.* (2016), les plus récents à ce sujet, ont permis d'établir une liste des effets positifs de l'apprentissage par le jeu qui ont fait l'objet d'une ou de plusieurs tentatives d'évaluation et dont les éléments s'apparentent aux diverses facettes du PFÉQ (Tableau 4).

Tableau 4

Effets positifs de l'apprentissage par le jeu faisant l'objet de publications scientifiques selon Boyle *et al.* (2016)

<i>Positive outcomes</i>	Effets positifs de l'apprentissage par le jeu
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Affective</i> • <i>Behavioural change</i> • <i>Perceptual and Cognitive</i> • <i>Knowledge acquisition</i> • <i>Physiological</i> • <i>Skill</i> • <i>Soft and social skills</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimension affective • Changement comportemental • Perceptuel et cognitif • Acquisition de connaissances • Effets physiologiques • Développement de compétences • Développement de compétences générales et sociales

Parmi les effets positifs relatés par Boyle *et al.* (2016), ceux qui concernent le soutien à la motivation et aux apprentissages scolaires apparaissent cohérents avec les exigences du PFÉQ. L'acquisition de connaissances et le développement parallèle de compétences disciplinaires et transversales qui caractérisent le PFÉQ ne sont que quelques exemples de ce mariage potentiellement heureux. Il apparaît néanmoins essentiel de faire la démonstration de l'adéquation entre les éléments des jeux employés en enseignement et ceux des programmes de formation afin d'assurer la légitimité de la démarche éducative.

3.1.1 Programmes de formation et concepts prescrits

Les écrits au sujet de l'apprentissage par le jeu en contexte scolaire rapportent une panoplie de jeux sérieux dont les sujets se déclinent dans plusieurs domaines de formation du PFÉQ. Un effort particulier semble toutefois être consacré à l'apprentissage de la science, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (*STEM learning*). En effet, un nombre proportionnellement élevé de jeux intéressants d'un point de vue pédagogique sont associés à ces domaines, et les chercheurs sont nombreux à s'intéresser à leurs retombées (Boyle *et al.*, 2016; Young *et al.*, 2012). On trouve aussi des articles sur l'apprentissage par le jeu dans l'étude des langues, de l'histoire et de l'éducation physique,

des domaines de formation du PFÉQ pour lesquels cette approche pédagogique a permis d'améliorer le rendement scolaire (Young *et al.*, 2012).

Le corps enseignant et les parents considéreraient l'apprentissage par le jeu utile aux fins du développement de compétences valables, mais cette pratique ne doit pas, selon eux, prendre la place des connaissances et des compétences requises pour les examens nationaux standardisés (Kirriemuir et McFarlane, 2004). Cela peut expliquer en partie pourquoi les pédagogues demeurent à la recherche de ressources qui soient davantage ancrées dans les programmes (Académie d'Aix-Marseille, 2012). Malgré le souci apparent de concevoir des jeux appropriés, l'adéquation entre leurs contenus d'apprentissage et les connaissances au programme n'est pas assurée. Le personnel scolaire se trouve donc forcé de se soucier de l'intégration des concepts prescrits pertinents, sans quoi cette démarche éducative pourrait paraître légère et peu substantielle.

L'absence de certains concepts prescrits par les institutions représente une lacune de l'apprentissage par le jeu en contexte scolaire (Académie d'Aix-Marseille, 2012). Le défi actuel est d'y intégrer le contenu pertinent en regard des apprentissages désirés. En ce sens, il serait avantageux d'arrimer la conception future de jeux aux différents curricula (Arnab *et al.*, 2012; Connolly *et al.*, 2012). À cet égard, l'intégration des contenus notionnels à l'environnement fantaisiste simulé et à la mécanique d'un jeu contribuerait davantage au maintien de l'équilibre entre plaisir et apprentissage tout en étant plus efficace (Perrotta *et al.*, 2013).

3.1.2 Approche par compétences

La justification du recours aux jeux et aux simulations en enseignement passe de plus en plus par les théories de l'apprentissage (Becker, 2017). On trouve dans l'architecture des jeux vidéo et des simulations, tout comme dans la façon de les utiliser, des points de convergence avec certaines théories de l'apprentissage (humanisme et constructivisme, par exemples) et autres modèles d'enseignement (apprentissage expérientiel, apprentissage

contextualisé et apprentissage par problèmes, par exemples) qui teintent la pratique moderne de l'enseignement (Becker, 2017; Li et Tsai, 2013; Wu *et al.*, 2012). L'apprentissage par le jeu vidéo peut entre autres contribuer à soutenir le développement de compétences. Les compétences du 21^e siècle, comme la résolution de problèmes, la créativité et la pensée critique (Rapini, 2012; Qian et Clark, 2016), s'apparentent aux compétences transversales du PFÉQ et encourageraient la productivité et le succès dans le monde scolaire, dans le milieu du travail et dans la vie en général. Certaines de ces compétences métacognitives s'avèrent parfois difficiles à évaluer dans un contexte traditionnel. Le jeu pourrait alors contribuer à améliorer ces aspects de l'enseignement formel (Wang, Shute et Moore, 2015). Enfin, l'intégration de jeux vidéo qui mettent de l'avant la résolution de problèmes s'arrimerait avec l'approche par compétences qui est prônée par le PFÉQ, particulièrement dans le domaine de la science et de la technologie (Deen *et al.*, 2015).

3.2 Les jeux vidéo et les simulations dans l'apprentissage de la science et de la technologie

L'enseignement de la science et de la technologie doit relever le défi d'offrir une formation stimulante et riche pour motiver les apprenants dans un domaine d'étude perçu comme étant difficile, tout en les préparant aux exigences de la société de demain. Le ministère de l'Éducation des États-Unis a d'ailleurs investi, par l'entremise de son programme *Educate to Innovate*, dans le développement de jeux vidéo scientifiques immersifs afin d'aiguiser la curiosité et l'engagement scolaire des jeunes, et, à terme, amener un plus grand nombre d'entre eux à poursuivre des carrières scientifiques ou technologiques (Young *et al.*, 2012).

Ainsi, l'apprentissage par le jeu traitant de sujets relatifs à la science et à la technologie a récemment fait l'objet de plusieurs études empiriques visant à démontrer la valeur de cette approche pédagogique (Boyle *et al.*, 2016). L'analyse globale de l'effet des jeux vidéo sur les apprentissages en science et technologie est rendue difficile par le

nombre restreint d'études comportant des données comparables (Young *et al.*, 2012). La recherche sur ce sujet demeure fragmentée, et les résultats actuels ne permettent pas de valider la thèse d'un effet bénéfique sur les apprentissages (National Research Council, 2011).

Malgré cela, on dégage quelques constats prometteurs. Le recours à des simulations, des ressources qui dans ce contexte modélisent des phénomènes du monde réel ou reproduisent des activités de laboratoire, peut s'avérer bénéfique (LeJeune, 2002 *in* Hattie, 2009). L'auteur conclut que les effets positifs de cette approche se manifestent dans l'apprentissage de concepts de nature scientifique et dans l'acquisition de compétences plus élaborées, comme la résolution de problèmes. Elle favoriserait également la compréhension de processus scientifiques et leurs applications aux phénomènes du quotidien.

Par ailleurs, l'apprentissage de la science et de la technologie serait facilité par les jeux en ce qu'ils proposent habituellement une mécanique d'édification des connaissances qui est caractéristique de ce champ disciplinaire (Rapini, 2012). De façon plus spécifique, la rétroaction immédiate fournie par les jeux et les simulations favoriserait l'apprentissage de la science, où la maîtrise d'un concept sert d'assises aux connaissances plus avancées qui demeurent à acquérir. La méta-analyse proposée par Li et Tsai (2013) sur les jeux et simulations utilisés dans l'enseignement de la science révèle justement que l'intérêt des chercheurs est plus particulièrement porté sur l'apprentissage de concepts scientifiques, une préoccupation qu'ils partagent avec les pédagogues.

Les jeux vidéo, les simulations et les jeux de simulation employés dans le domaine des mathématiques, de la science et de la technologie (MST) sont le plus souvent des jeux ou des logiciels éducatifs créés à cette fin (Boyle *et al.*, 2016). Ils sont la plupart du temps utilisés de façon solitaire tout en nécessitant une forme de collaboration dans le monde réel (Li et Tsai, 2013). Les simulations informatiques auraient quant à elles le potentiel de venir remplacer des activités qui se déroulent traditionnellement au laboratoire (Jaakkola, Nurmi et Veermans, 2011). Ces jeux sérieux, par leur aspect non restrictif, encourageraient les

élèves à élaborer leurs propres expériences et hypothèses, ce qui en ferait un véhicule idéal pour les apprentissages en science et technologie (Rapini, 2012). Dans certaines situations, ils permettent à l'élève d'apprendre selon son propre rythme les concepts plus difficiles (Rapini, 2012).

On continue enfin de croire que les jeux sérieux peuvent soutenir la motivation à l'égard de l'étude des sciences tout comme la compréhension des concepts et le développement de compétences propres au domaine (National Research Council, 2011).

4. CARACTÉRISTIQUES DES JEUX FAVORISANT LA MOTIVATION ET LES APPRENTISSAGES

Prensky (2001) a dressé la liste des éléments qui selon lui rendent les jeux motivants, au-delà du plaisir qu'ils procurent. Les règles à suivre, le but et les objectifs à atteindre, le dénouement et la rétroaction, l'adversité, l'interaction ainsi que la structure narrative influenceraient tous cette dimension de l'expérience de jeu. Les éléments de design d'un jeu représentent aussi un facteur d'engagement scolaire qui, de surcroît, permettrait la ségrégation entre les bons jeux et les jeux moins prometteurs (Prensky, 2001). Pour ce faire, la recherche doit aujourd'hui s'attarder aux composantes des jeux sérieux qui soutiennent les apprentissages et la motivation, et ce, dans le but de produire des jeux vidéo éducatifs qui adopteraient les mêmes mécanismes que ceux qui suscitent l'engagement et qui génèrent l'apprentissage informel dans les jeux vidéo conçus pour le divertissement (Boyle *et al.*, 2016; Posso, 2016). Les concepteurs de jeux sérieux pourront ainsi harnacher le potentiel de motivation des jeux de divertissement au profit d'un apprentissage amusant, tout en embrassant les approches pédagogiques qui sous-tendent l'apprentissage par la pratique (*learning by doing*) (Kirriemuir et McFarlane, 2004).

L'étude des facteurs d'influence sur la motivation et la réussite, tout comme la considération des théories de l'apprentissage, devrait fournir les bases théoriques fondamentales d'un design éclairé de jeux sérieux (Wu *et al.*, 2012). De nombreux

éléments constitutifs des jeux participent à leur efficacité sur le plan de l'acquisition des compétences du 21^e siècle. En ce sens, la collaboration, la compétition, la complexité, l'exploration et la découverte, le jeu de rôle, l'extériorisation (*self-expression*) et l'interactivité doivent être pris en compte dans le développement de ressources ou de leçons intégrant l'apprentissage par le jeu (Qian et Clark, 2016).

Les différentes caractéristiques attribuées au design des jeux visés par les recherches comprennent la présence d'un soutien pédagogique à même le jeu, la dynamique de groupe dans le cadre du jeu, la poursuite des objectifs (précis ou non), l'interface du jeu, le type de rétroaction, l'adéquation entre jouabilité et tâches d'apprentissage, les éléments qui définissent l'attitude de la joueuse ou du joueur (regroupement ou compétition), les récompenses (intervalle fixe ou variable), la complexité et le niveau d'authenticité, la richesse de la trame narrative, et bien d'autres encore (Ke, 2009). Les caractéristiques qui répondent au problème posé dans la première partie ainsi que le lien qu'elles entretiennent avec l'apprentissage ou la motivation scolaire sont décrits dans les sections suivantes.

4.1 Soutien aux apprentissages intégré au jeu et rétroaction

Pour faire preuve d'efficacité, un jeu ou une simulation doit admettre une forme de soutien pédagogique qui peut être intégrée aux mécaniques de jeu ou naître de l'environnement éducatif (National Research Council, 2011). O'Neil *et al.* (2005) attribuent les effets mitigés de l'apprentissage par le jeu à l'absence d'un soutien pédagogique adéquat à même les ressources utilisées. Ils affirment aussi que ces jeux et simulations ne peuvent pas être exploités à leur plein potentiel sans l'intégration d'un soutien pédagogique qui répond aux besoins de l'apprenant. En appliquant cette préoccupation pédagogique aux simulations, qui par définition n'incluent que peu de consignes, on améliorerait sans doute les situations d'apprentissage qui les mettent en scène (National Research Council, 2011; O'Neil *et al.*, 2005).

La rétroaction rapide qui est inhérente à l'interactivité des jeux vidéo et des simulations en fait des outils de choix pour l'apprentissage. Plusieurs de ces ressources offrent un soutien personnalisé dit réactif en fournissant un indice au bon moment ou en adaptant le degré de difficulté du problème (National Research Council, 2011). Le soutien pédagogique est dit proactif lorsqu'il accompagne les premiers pas de l'apprenant dans le jeu (National Research Council, 2011). Les tutoriels sont des exemples de dispositifs qui favorisent une expérience éducative structurée en ce sens (Hattie, 2009).

Les autres types de rétroaction qui se démarquent sont l'explication et la remédiation, qui s'opposent à la simple divulgation de la bonne réponse (Hattie, 2009). La rétroaction explicative (*explanatory feedback*) informe l'élève de ses bonnes et de ses mauvaises réponses tout en lui apportant les explications nécessaires à la compréhension des choix effectués (National Research Council, 2011). Cette approche sert la rétention et le transfert des concepts ciblés par le jeu ou la simulation. De son côté, la rétroaction de nature élaborée (*elaboratory feedback*) constitue une forme de soutien pédagogique qui contribue à l'acquisition accrue de connaissances chez l'élève en favorisant l'établissement de liens entre les nouvelles connaissances et les savoirs antérieurs (Ke, 2009). Ainsi, les ressources qui se distinguent sont celles qui permettraient l'établissement de liens entre les contenus en offrant un soutien pédagogique intégré par le biais d'une rétroaction élaborée et d'agents pédagogiques (*pedagogical agent*) (Ke, 2009).

La rétroaction désincarnée offerte par les programmes informatiques et, incidemment, par les jeux vidéo, s'avérerait bénéfique aux apprentissages ou à la motivation lorsque les défis proposés se révèlent suffisamment stimulants et qu'ils sont en phase avec les compétences de l'apprenant, ce qu'offre la présence d'un soutien pédagogique adéquat (Hattie, 2009; National Research Council, 2011). D'un autre côté, l'absence de ce type de soutien intégré aux ressources demandera à l'enseignante ou à l'enseignant de remplir ce rôle en guidant l'élève par des explications propres au domaine d'étude ou par des conseils sur les actions à poser et le moment approprié pour les réaliser (National Research Council, 2011).

4.2 Clarté des règles et des objectifs

L'apprentissage par le jeu demande souvent aux joueurs d'assimiler le fonctionnement d'un jeu ou d'une simulation avant même de pouvoir réaliser les apprentissages scolaires escomptés. Il s'agit de la phase d'appropriation des objectifs et des règles à suivre. Or, peu de jeux éducatifs offrent une expérience prolongée au sein de laquelle les élèves demeurent immergés suffisamment longtemps pour maîtriser les mécaniques de jeu et porter toute leur attention aux apprentissages formels (Fishman *et al.*, 2015). On trouve plutôt une panoplie de petits jeux aux mécaniques, règles et objectifs variés, dont la durée d'appropriation dépend de leur complexité. Les règles peuvent être simples, binaires mêmes, ou plus complexes, et ainsi permettre un plus grand éventail d'opérations de prise de décision (Perrotta *et al.*, 2013). On comprendra alors la nécessité de faire appel aux mécaniques de jeu familières issues des jeux les plus populaires afin de susciter l'intérêt et de mettre l'accent sur les contenus à faire apprendre, plutôt que sur l'apprentissage du jeu lui-même (Chorianopoulos et Giannakos, 2014). À ce propos, les travaux de Djaouti *et al.* (2011) ont donné naissance à une typologie simplifiée des différentes mécaniques de jeu en établissant un nombre restreint de catégories pour les règles et les objectifs des jeux sérieux. Les règles sont réduites à « éviter, atteindre ou détruire », tandis que les catégories associées aux objectifs sont « créer, gérer, déplacer, aléatoire, choisir, tirer ou écrire ».

Il est préférable que les objectifs pédagogiques soient intégrés aux mécaniques de jeu afin de procurer à l'utilisateur une expérience immersive dont il tirera profit. C'est ainsi qu'il est possible de rallier les différentes interactions d'un jeu et les effets désirés sur l'apprentissage (Becker, 2017). Ces objectifs doivent par ailleurs être clairement définis, ce qui favorise une expérience de jeu centrée sur les apprentissages, exempte de distractions ou d'éléments disruptifs qui entraînent la rupture des processus cognitifs ou de fausses conceptions (National Research Council, 2011). En plus d'être clairs, les objectifs devraient être suffisamment engageants pour promouvoir les apprentissages (Perrotta *et al.*, 2013). La

définition d'objectifs pédagogiques clairs favorise en outre une meilleure évaluation de l'efficacité d'un jeu ou d'une simulation (National Research Council, 2011).

4.3 Caractère réaliste de l'univers simulé

La définition des objectifs pédagogiques et du référentiel des concepts du domaine d'étude force l'équipe de conception d'un jeu sérieux à créer un environnement qui simule le fonctionnement du domaine enseigné. Un jeu ou une simulation doit en ce sens répondre aux actions significatives de son utilisateur conformément aux principes du domaine, ce qui contribue au caractère réaliste de l'univers simulé (Marne, Huynh-Kim-Bang et Labat, 2011). Des recherches récentes suggèrent également que les environnements réalistes sont plus favorables aux apprentissages que les environnements stylisés ou abstraits qui s'éloignent de la réalité simulée (National Research Council, 2011). En science, certains savoirs essentiels entourant la compréhension du monde physique et de ses lois peuvent se montrer difficilement transférables dans le monde réel lorsqu'ils ne sont que pauvrement représentés dans le jeu ou la simulation (Young *et al.*, 2012). Ainsi, les concepts et les principes liés aux objectifs d'apprentissage doivent en tout temps être justes et explicites (Becker, 2017). Ces facteurs et les possibles erreurs de fait peuvent par ailleurs mener l'apprenant à de fausses conceptions. Malgré cela, les jeux qui présentent des erreurs factuelles peuvent fournir un contexte aux apprentissages, pourvu que l'activité proposée encadre les possibles dérapages de cette approche.

Le soin porté à l'élaboration d'un environnement simulé qui reflète la réalité permet d'ancrer les apprentissages dans des situations réelles, favorisant ainsi le transfert des connaissances et leur application dans le monde réel (Catalano, Luccini et Mortara, 2015). La justesse des contenus intégrés aux jeux et aux simulations est par ailleurs essentielle à la construction des savoirs par l'apprenant, pour que le jeu favorise l'apprentissage expérientiel dont parlent certains auteurs (Becker, 2017; Catalano *et al.*, 2015). L'esprit de l'apprentissage expérientiel est d'apprendre de façon efficace d'une expérience riche et

réaliste dans un environnement sécuritaire, ce que permettent les jeux bien conçus (Catalano *et al.*, 2015).

4.4 Interactions sociales

La discussion, la collaboration et la réflexion autour d'un jeu, de ses règles ou de ses objets d'apprentissage apparaissent aujourd'hui comme des facteurs de motivation propices aux apprentissages (Kirriemuir et McFarlane, 2004). En effet, certains jeux en mode multijoueurs sollicitent la collaboration des joueuses et des joueurs dans la réalisation d'une tâche complexe. Pour d'autres jeux, la coopération prend forme dans le monde réel, ce qui contribue tout autant à l'apprentissage. Les jeux favorisant ce type d'interactions au détriment de la poursuite d'un but précis soutiennent la motivation par leur caractère social. Cet aspect est plus important encore dans les contextes de jeu où la compétition est réduite ou absente (dans le jeu *Minecraft*, par exemple) (Backlund et Hendrix, 2013).

Le mode multijoueurs tout comme certains usages des jeux ou des simulations peuvent donner lieu à la construction commune des savoirs par les élèves. Les ressources qui leur attribuent différents rôles et qui les amènent à partager l'information nécessaire à toute forme de progression soutiennent de cette manière l'apprentissage collaboratif (Zydney et Warner, 2016). Les occasions de collaboration en dehors du jeu, dans le cadre d'un forum de discussion par exemple, représentent aussi des sources d'apprentissage collaboratif qui correspondent aux visées des programmes éducationnels (Rapini, 2012). En effet, l'approche socioconstructiviste du PFÉQ peut être portée par le recours aux jeux vidéo et aux simulations lorsque ces derniers permettent l'apprentissage collaboratif. En somme, l'apprentissage par le jeu encourage l'exploration de concepts scientifiques de manière approfondie et consciencieuse, une expérience d'apprentissage qui est enrichie par les différentes occasions d'apprentissage collaboratif (Chen, Wang et Lin, 2015).

Les jeux populaires auprès des jeunes sont généralement multijoueurs, coopératifs et compétitifs. De plus, ils donnent naissance à des communautés virtuelles dans lesquelles

circulent nombre d'indices et d'astuces visant l'amélioration des performances, ce qui se traduit par un niveau d'engagement élevé à l'égard de ces jeux vidéo. Or, ce déploiement nécessite un investissement de temps qui, aux dires du personnel enseignant, doit se faire au détriment de l'efficacité de l'enseignement et de l'apprentissage des autres concepts au programme (Young *et al.*, 2012). Hattie (2009) a par ailleurs démontré qu'une exposition courte à un jeu est plus susceptible de générer les effets escomptés, ce qui semble irréconciliable avec l'utilisation de jeux multijoueurs à grand déploiement, comme certains *JRMM* qui demandent une immersion plus longue. L'expression du plein potentiel collaboratif des jeux vidéo dépendrait ainsi d'un investissement de temps adéquat, le même qui est souvent nécessaire à la compréhension profonde des éléments du curriculum.

Westera (2015) souligne en définitive que la plupart des jeux n'offrent que des défis à réaliser en solitaire, ce qui est contraire aux bons principes. En effet, l'apprentissage au moyen d'un ordinateur, en petits groupes (dyades, par exemple), se traduit par la réalisation d'un plus grand nombre de tâches, sollicite des stratégies d'apprentissage plus nombreuses, mais exige davantage de temps (Hattie, 2009). Aussi, les jeux multijoueurs laisseraient plus largement place à la compétition qu'à la collaboration. L'acquisition de compétences sociales et relationnelles commande alors des interventions en dehors du jeu puisque la plupart des jeux ne véhiculent pas ce genre d'apprentissage de façon formelle (Westera, 2015). Le rôle d'accompagnement qu'assure l'enseignante ou l'enseignant dans un contexte socioconstructiviste est manifeste dans l'apprentissage par le jeu, où la médiation revêt un caractère crucial (Hattie, 2009).

4.5 Motivation et *flow*

L'un des aspects primordiaux de l'usage pédagogique des jeux vidéo est l'état de *flow* (*flow state*) généré par les composantes des jeux qui équilibrent le degré de difficulté avec les habiletés de la joueuse ou du joueur (Westera, 2015). Selon ce dernier, ces mécanismes s'arriment bien aux théories de l'apprentissage de Vygotsky (zone proximale de développement) et de Csíkszentmihályi (*cognitive flow*). La théorie du *flow* élaborée par le

psychologue Mihály Csíkszentmihályi décrit l'état mental d'un individu complètement absorbé par la tâche qu'il accomplit. Cet état serait fondé sur la motivation qu'il éprouve à réaliser une succession de tâches dans le cadre desquelles les émotions seraient au service de la performance et de l'apprentissage. L'état de *flow* se caractérise par un investissement total dans lequel le sujet démontre un niveau de concentration qui lui fait oublier le temps qui passe, la faim ou la fatigue, un état d'activité cérébrale qui est favorable aux apprentissages (Prensky, 2001).

Il est possible de promouvoir l'état de *flow* chez l'élève en lui proposant des tâches dont le niveau de difficulté se trouve subtilement au-delà de ses capacités. L'état de *flow* (*flow channel*) est maintenu par l'obtention d'un équilibre critique entre l'évolution des habiletés (*skills*) de l'apprenant et le degré de difficulté des tâches proposées (*challenges*), ce qui permet d'éviter la frustration ou l'anxiété (*anxiety*) liée à une tâche trop difficile, ainsi que l'ennui (*boredom*) occasionné par une tâche trop facilement réalisable (Figure 4).

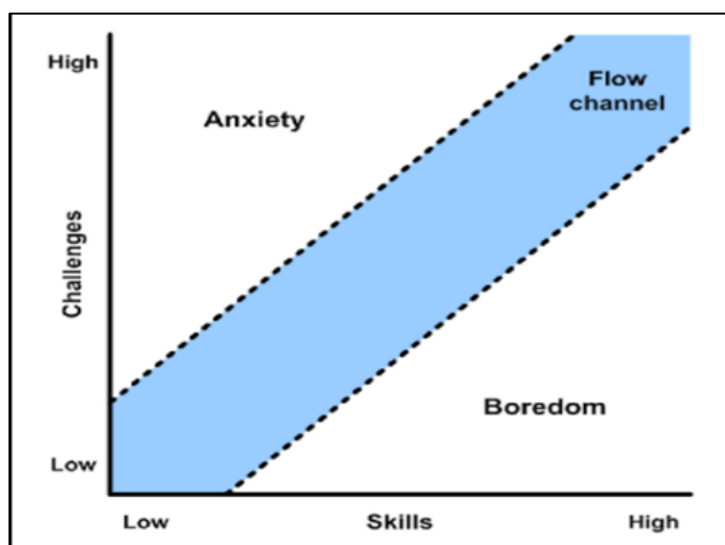


Figure 4. Illustration de l'influence relative de l'évolution des habiletés (*skills*) de l'apprenant et du degré de difficulté des tâches proposées (*challenges*) dans le maintien de l'état de *flow* (*flow channel*) (van Staaldin, 2011)

L'interactivité propre aux jeux vidéo peut justement servir l'adaptation des défis proposés sur le plan des habiletés de l'apprenant et ainsi générer un état de *flow*. Hamari *et al.* (2016) suggèrent à cette fin aux équipes de conception d'ajuster constamment le niveau de difficulté des jeux sérieux en fonction des habiletés des utilisateurs, ce qui insuffle un caractère continu aux apprentissages. L'état d'investissement profond envers un jeu et les apprentissages que celui-ci convoie devrait idéalement se voir conservé tout au long de l'expérience de jeu (Prensky, 2001).

Kirremuir et McFarlane (2004) soutiennent qu'il serait souhaitable d'approfondir notre connaissance des mécanismes internes relatifs à l'expérience de jeu qui contribuent à l'état de *flow* et de les reproduire dans des environnements conçus pour soutenir les apprentissages. Ils relatent quelques caractéristiques d'activités d'apprentissage motivantes en lien avec l'état de *flow* (Tableau 5).

Tableau 5

Caractéristiques des activités d'apprentissage qui génèrent l'état de *flow*, selon Kirremuir et McFarlane (2004)

<ul style="list-style-type: none"> • La tâche peut être accomplie. • La tâche possède un ou des objectifs clairs. • La tâche suscite un investissement profond et sans effort. • La tâche agit sur la conscience de soi. 	<ul style="list-style-type: none"> • La tâche offre une rétroaction immédiate. • La tâche permet de contrôler ses actions. • La tâche permet d'y concentrer toute notre attention. • La tâche induit la perte de la notion du temps.
--	--

Au-delà de ces caractéristiques, un jeu ou une simulation doit offrir à ses utilisateurs un certain nombre de choix qui auront pour effet de personnaliser l'expérience de jeu et de les maintenir dans cet état favorable aux apprentissages. D'un autre côté, les joueuses et les joueurs devraient pouvoir, à tout moment, interrompre l'état de *flow* et s'interroger sur les aspects métacognitifs des apprentissages réalisés. Ces considérations amélioreraient certainement l'efficacité de l'apprentissage par le jeu (Westera, 2015).

4.6 Jouabilité et aspects affectifs

L'élève se trouvera plus ouvert aux apprentissages à réaliser et au respect des règles d'un jeu lorsque ce dernier est conçu de manière à susciter des émotions positives. La qualité des apprentissages réalisés apparaît ici indissociable de la qualité de l'expérience de jeu. Le terme jouabilité (*gameplay*) est utilisé pour décrire la contribution synergique des composantes de jeu à l'expérience sensorielle et émotionnelle qui est vécue pendant une partie et qui participe à un engagement cognitif accru (Becker, 2017; St-Pierre, 2010). C'est par l'équilibre obtenu entre l'aspect intrinsèquement motivant des jeux et le caractère didactique des jeux sérieux et des simulations que se manifestent les potentiels motivationnels et éducationnels de cette approche pédagogique (St-Pierre, 2010). Les qualités artistiques ainsi que l'adéquation entre les objectifs du jeu et ses objectifs pédagogiques appellent à l'engagement (National Research Council, 2011).

L'étude des caractéristiques des jeux qui contribuent à leur jouabilité et qui rendent l'expérience engageante et enrichissante mène à l'établissement d'une courte liste d'éléments. Ceux-ci devraient se voir systématiquement intégrés aux jeux sérieux, de sorte que les objectifs de l'apprentissage par le jeu soient atteints. La trame narrative d'un jeu, par exemple, peut susciter l'intérêt et l'enthousiasme des individus à l'égard des apprentissages en science en proposant des environnements immersifs sécuritaires (National Research Council, 2011). Cet aspect des jeux prend souvent forme dans les différentes cinématiques qui présentent l'environnement de jeu, les objectifs (questions, problèmes ou missions, par exemple) et les personnages qui sont nécessaires à l'avancement dans le jeu et qui attisent le désir de s'y immerger. Certains auteurs évoquent ces éléments en parlant du lien positif entre le degré de mystère et le degré de motivation de l'apprenant (National Research Council, 2011). Ainsi, l'aspect narratif et la présence d'un héros dans la peau duquel se glissera la joueuse ou le joueur afin de répondre aux objectifs du jeu sont des aspects qui empruntent aux jeux commerciaux et qui favorisent l'engagement à leur endroit (Chorianopoulos et Giannakos, 2014).

D'autres aspects du design des jeux sérieux contribuent à leur jouabilité : la rétroaction immédiate permet notamment aux utilisateurs d'apprendre de leurs erreurs en déterminant rapidement et justement leurs sources, tandis que la présence d'un environnement de jeu qui invite à la collaboration favorise l'apprentissage en permettant aux joueurs de raffiner leur compréhension (Chorianopoulos et Giannakos, 2014). Ces deux éléments contribuent également aux apprentissages et sont traités sous cet angle dans les sections s'y rapportant.

Comme mentionné précédemment, l'équipe de conception d'un jeu sérieux doit tenir compte des théories de l'apprentissage, ce qui inclut l'adaptation du niveau de difficulté de la tâche aux habiletés du joueur (*cognitive flow*) (St-Pierre, 2010; Young *et al.*, 2012, Wu *et al.*, 2012), mais aussi le soutien aux processus métacognitifs (Arnab *et al.*, 2012; Young *et al.*, 2012). Malgré cela, les éléments du *gameplay* qui contribuent à rendre ces situations d'apprentissage signifiantes en facilitant la quête d'informations et l'exploration ne devraient pas se voir obscurcis par les aspects des jeux qui sont purement liés aux apprentissages (Wu *et al.*, 2012).

5. ENSEIGNER AVEC DES JEUX OU DES SIMULATIONS

Les enseignantes et les enseignants qui intègrent les principes de l'apprentissage par le jeu vidéo à leur pratique sont, en quelque sorte, des pionniers qui défrichent un territoire peu connu. La mise en place d'une telle approche n'est que peu balisée par les jeux sérieux eux-mêmes, et nécessite en conséquence une préparation rigoureuse. Les recherches accessibles font état de nombreux facteurs pouvant affecter la réussite d'un projet d'apprentissage par le jeu (Annetta, Frazier, Folta, Holmes, Lamb et Cheng, 2013; Weizman, 2014; Hennessy *et al.*, 2007; Scalise *et al.*, 2011). Les premières études ou revues des écrits scientifiques dans ce domaine ont permis d'établir quelques bons principes d'intégration ou de conception des ressources propres à ce courant pédagogique (Dempsey, Rasmussen et Lucassen, 1994). Déjà, on soulignait la nécessité de faire appel à des jeux motivants qui permettent l'encadrement des apprentissages et dont le genre est en

adéquation avec les objectifs pédagogiques. Depuis ce temps, la recherche tarderait à s'intéresser à la façon dont sont intégrés les jeux vidéo à l'enseignement formel. Elle offre donc peu de repères aux individus désireux d'expérimenter avec cette facette de l'apprentissage. L'engagement du personnel enseignant, des élèves et des parents, les limitations technologiques et l'alignement curriculaire souhaité de ce type de ressources restent en somme à évaluer (Backlund et Hendrix, 2013).

Dans le cas bien précis de l'enseignement des mathématiques, il serait possible de renforcer l'adhésion des acteurs à l'apprentissage par le jeu en offrant au personnel et aux élèves la formation appropriée, en assurant l'accès aux ordinateurs, en allouant suffisamment de temps au jeu, ainsi qu'en instruisant les instances administratives des bienfaits de l'usage des jeux (Kebritchi, 2008). De façon générale, l'enseignement assisté par ordinateur, qui inclut les jeux vidéo, les simulations et la programmation, ne génère que des résultats mitigés sur le plan des apprentissages (Hattie, 2009). Son recours s'avère toutefois plus efficace que les approches traditionnelles lorsque plusieurs stratégies pédagogiques sont déployées, que le personnel enseignant a reçu la formation adéquate, que de multiples possibilités d'apprentissage sont proposées, que l'élève est en contrôle de ses apprentissages et que la rétroaction est optimisée (Hattie, 2009). On trouve dans cette affirmation des pistes de réflexion qui pourraient contribuer à l'intégration harmonieuse d'une pédagogie du jeu.

5.1 Fonctions pédagogiques remplies par les jeux et les simulations

Les jeux vidéo et les simulations disponibles peuvent remplir diverses fonctions pédagogiques utiles aux enseignantes et aux enseignants. On trouve des jeux et des simulations qui accompagnent, qui amusent, qui facilitent l'exploration de nouvelles compétences, qui développent l'estime de soi ou qui font appel à l'utilisation de compétences existantes (Ke, 2009). Certaines ressources visent principalement l'apprentissage alors que d'autres participent plutôt à leur évaluation. Dans certains cas, les jeux et les simulations permettent la poursuite simultanée de ces deux objectifs (Rapini,

2012). Deux grandes tendances semblent toutefois se dessiner pour les jeux vidéo et les simulations utilisés à l'appui des apprentissages. En effet, on observe surtout des ressources numériques qui prônent la résolution de problèmes et d'autres qui proposent des exercices d'entraînement et de répétition (Deen, van den Beemt et Schouten, 2015). Ainsi, les utilisations possibles dépendent principalement des caractéristiques qui définissent le type de jeu, mais aussi des apprentissages que les jeux véhiculent et du degré de maîtrise attendu à leur égard.

On a communément recours aux jeux vidéo et aux simulations en raison des savoirs qu'ils proposent ou des processus cognitifs qu'ils commandent. D'autres usages existent toutefois pour ces ressources : elles peuvent servir d'introduction à une leçon, fournir des exemples ou des contre-exemples des apprentissages ciblés, agir comme source d'inspiration dans le cadre d'un projet de conception ou fournir un environnement virtuel d'apprentissage dans lequel les expérimentations sont sans conséquence. Ces outils offrent également des possibilités de soutenir une offre diversifiée pour les devoirs, les travaux optionnels ou les récompenses (Becker, 2017).

Certains jeux soutiennent par ailleurs l'apprentissage de la programmation par la résolution de problèmes, ce qui ouvre la voie à l'enseignement formel de ces notions au secondaire. La finalité éducative, aux allures de mise en abîme, se trouverait alors dans une activité visant à concevoir un jeu ou une autre production multimédia à l'aide même de ressources ludiques (Becker, 2017). Les moteurs de jeux comme *Scratch* fournissent de nouvelles occasions d'apprentissage de compétences qui sont de plus en plus valorisées.

Les jeux vidéo et les simulations dans le domaine de la science et de la technologie servent généralement en début de séquence d'enseignement-apprentissage afin de susciter chez l'élève le désir d'apprendre (Becker, 2007; Weizman, 2014), mais peuvent également servir à la synthèse, à la révision ou à l'évaluation des apprentissages (Weizman, 2014).

5.2 Formation et appropriation des ressources

La mise en œuvre d'une pédagogie fondée sur le jeu nécessite de la part du personnel enseignant qu'ils soit en mesure de reconnaître la portée pédagogique des connaissances intégrées au jeu ainsi que des valeurs qui y sont véhiculées (Sanchez, 2014). Elle dépend aussi et surtout de l'habileté des individus à utiliser les jeux et les simulations de façon à en exploiter tout le potentiel (Becker, 2007). Sachant qu'une expérience de ludification positive vécue par un collègue favorise un investissement continu à l'égard de ce genre de pratique pédagogique (Weizman, 2014), l'attention particulière portée à la pratique apparaît essentielle à l'émergence de cette approche pédagogique.

On évoque souvent la formation déficiente au chapitre des technologies de l'information pour expliquer la frilosité du corps enseignant à l'égard de cette approche pédagogique émergente (Annetta, Frazier, Foltz, Holmes, Lamb et Cheng, 2013; Rapini, 2012; Weizman, 2014). Selon Rapini (2012), les pédagogues doivent se voir formés plutôt que forcés à travailler avec un jeu. La revue des méta-analyses de Hattie (2009) fait état de la formation sur les outils informatiques que devrait impérativement recevoir le personnel enseignant afin que se matérialisent les apprentissages désirés. En ce sens, une formation de moins de dix heures serait contre-productive, et toute formation gagnerait à s'étendre sur une plage temporelle la plus courte possible, de l'ordre de quelques semaines seulement.

Papastergiou (2009) va plus loin en avançant que les enseignantes et les enseignants en informatique auraient avantage à gagner en compétence au point de vue de la pédagogie du jeu, mais aussi sur les plans du design et du développement de ce type de ressources. Ces acquis pourraient les amener à développer des jeux ou des simulations pour leurs besoins spécifiques ou encore à participer, au sein d'une équipe multidisciplinaire, à l'élaboration de jeux plus ambitieux pour l'apprentissage de l'informatique.

Le temps est souvent invoqué comme facteur limitant l'adoption de stratégies pédagogiques alternatives, et l'apprentissage par le jeu ne fait pas exception à cette règle.

Une personne responsable doit maîtriser suffisamment une ressource avant de penser à l'utiliser de façon raisonnable, ce qui nécessite un certain investissement de temps (Ulicsak, 2010). Dans le même ordre d'idées, Becker (2007) suggère qu'un jeu doit impérativement être testé par l'enseignante ou l'enseignant avant de faire l'objet d'une intégration pédagogique harmonieuse. Elle ou il doit enfin être prêt à assumer le rôle d'accompagnement en soutien à la réflexion, à la discussion et à la pensée critique qui lui est proposé (Rapini, 2012).

5.3 Accompagnement pédagogique

Certains portails permettent aux différents intervenants de dénicher des jeux sérieux de qualité, une préoccupation constante des enseignantes et des enseignants (Fishman *et al.*, 2015). Il paraît toutefois plus difficile de mettre la main sur les ressources orientant leur utilisation en classe (Becker, 2017). Quelques auteurs énoncent toutefois des pistes de réflexion prometteuses sur ces enjeux. Arnab *et al.* (2012), notamment, suggèrent de façon concrète que le personnel enseignant obtienne une meilleure formation, que l'on mette au point une gamme d'outils plus simples pour la création de jeux vidéo, mais aussi et surtout qu'une communauté ainsi que des ressources virtuelles dédiées soient rendues accessibles. Ils proposent également que les structures de soutien institutionnelles soient élargies et que les ressources efficaces (jeux et simulations) et l'information sur leur mode d'utilisation deviennent plus largement diffusées et accessibles. Ces dernières considérations pourraient favoriser la mise en place de démarches pédagogiques structurées et claires, ce qui demeure la façon la plus rationnelle d'utiliser les jeux vidéo et les simulations (Perrotta *et al.*, 2013).

D'un point de vue pratique, l'efficacité d'une leçon dépend souvent de la qualité des instructions et du soutien offert par les ressources physiques ou humaines. La valeur de l'accompagnement pédagogique de l'enseignante ou l'enseignant est parfois négligée dans l'emploi des jeux vidéo à des fins éducatives, tout comme celle des stratégies de soutien pédagogiques comme l'aide en ligne, les indices ou la rétroaction informative (Young *et al.*, 2012). L'efficacité d'une expérience d'apprentissage par le jeu vidéo pourrait ainsi

dépendre de la qualité de l'accompagnement dispensé plutôt que des caractéristiques propres au jeu ou à la simulation utilisés (Fishman *et al.*, 2015). Les sites de jeu qui permettraient l'agrégation des ressources éducatives en lien avec l'utilisation d'un jeu ou d'une simulation contribueraient de façon évidente à la définition de pratiques exemplaires.

5.4 Ressources matérielles

Le manque d'équipement informatique et l'équipement inadéquat constituent des limitations pédagogiques d'ordre pratique. Ce facteur, tout comme les coûts prohibitifs et le manque de temps pour couvrir les programmes, peuvent représenter des entraves importantes à l'utilisation des jeux et des simulations informatiques (Backlund et Hendrix, 2013; Fishman *et al.*, 2015). Les préoccupations du corps enseignant concernent également l'accès à des jeux qui satisfont aux exigences curriculaires (Fishman *et al.*, 2015). Dans certains cas, les instances administratives pourraient se voir incapables de justifier un investissement dans des ressources qui ne répondent pas aux attentes des programmes et des examens standardisés (Rapini, 2012). Ce facteur semble toutefois aujourd'hui moins important qu'il ne l'était au début du millénaire (Becker, 2017). À cet égard, des ressources en ligne sont offertes gratuitement et peuvent être mises à profit dans une leçon ludifiée.

5.5 Évaluation des apprentissages

L'apprentissage par le jeu peut prendre divers visages : processus cognitifs, accomplissement, motivation et métacognition. L'évaluation des apprentissages dans une pédagogie basée sur le jeu représente donc un défi de taille, ce qui pourrait en tenir plusieurs à distance. En effet, les enseignantes et les enseignants semblent démontrer une forme d'insatisfaction face à l'impossibilité de conserver des traces des résultats d'une activité d'apprentissage par le jeu (Académie d'Aix-Marseille, 2012), ce qui est particulièrement vrai pour les jeux qui possèdent une fin ouverte (Ulicsak, 2010). Ces spécialistes deviennent conséquemment responsables de veiller à ce que les élèves

apprennent et à ce que les compétences acquises au cours d'un jeu soient transférables dans le monde réel.

Malgré ces contraintes, il semble que les jeux fournissent des occasions d'évaluation puisqu'ils génèrent des résultats quantifiables (Salen et Zimmerman, 2003), qui prennent différentes formes selon les jeux utilisés (Ulicsak, 2010; Fishman *et al.*, 2015). Tous n'offrent pas les mêmes paramètres d'évaluation, mais cette dernière se traduit la plupart du temps par une forme de rétroaction provenant du jeu ou de la simulation (Tableau 6). L'obtention d'un pointage ou d'étoiles peut, par exemple, servir l'évaluation formative de façon objective, à moins qu'elle ne soit associée à des composantes du jeu qui ne contribuent pas nécessairement aux apprentissages désirés par l'enseignant (Fishman *et al.*, 2015).

Tableau 6

Formes d'évaluation possibles pour les jeux et les simulations selon Fishman *et al.* (2015)

<ul style="list-style-type: none"> • Points/pointage/étoiles • Autres formes de rétroaction • Tableau de bord • Capture d'écran/annotation • Questions primordiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Questions de révision • Jeu-questionnaire • Possibilité de rejouer • Possibilité de débloquent des niveaux • Organismes graphiques
--	--

Les autres formes de rétroaction que fournissent un jeu ou une simulation peuvent également soutenir une démarche évaluative et les élèves s'y intéressent particulièrement lorsqu'elle est bien intégrée aux mécanismes de jeu. Les pédagogues qui ont recours à ce type de dispositif à des fins d'évaluation doivent toutefois opter pour une approche opportuniste, pendant que l'élève joue (Fishman *et al.*, 2015).

Certaines ressources intègrent un tableau de bord qui permet de suivre la progression des élèves dans le jeu ainsi que dans leurs apprentissages. Ce dispositif pourrait participer à une évaluation dite furtive (*stealth assessment*), un mode d'évaluation offert par les jeux

dont les objectifs d'apprentissage sont intrinsèques au jeu (Fishman *et al.*, 2015). Les résultats d'un élève, communiqués à la personne responsable, moduleront ainsi les interventions pédagogiques subséquentes.

Moins élaborée, mais tout aussi efficace, la capture d'écran sert de support métacognitif lorsque la ou le pédagogue demande à l'élève de commenter les apprentissages réalisés (Fishman *et al.*, 2015). Les annotations de captures d'écran peuvent également soutenir la préparation à un examen ou permettre d'identifier ce que les élèves aiment ou pas dans le jeu. La force de la capture d'écran est qu'elle demeure sous le contrôle de l'enseignante ou de l'enseignant, ce qui en fait un outil d'une grande adaptabilité. Cette stratégie d'évaluation peut en outre se voir déployée pour différents jeux et constituer de ce fait une trame d'évaluation propre aux jeux.

Les questions primordiales (*essential questions*) servent quant à elles à orienter l'expérience de jeu en fonction des concepts clés à apprendre. Elles émanent de la posture adoptée lors de la conception d'un jeu ou d'une intégration sensible à l'alignement curriculaire (Fishman *et al.*, 2015). Ces questions sous-tendent les apprentissages reliés aux stratégies de jeu ou au contenu pédagogique spécifique au jeu. Elles sont le plus souvent utilisées lors de discussions de groupe et permettent ainsi l'évaluation formative des apprentissages (Fishman *et al.*, 2015).

Les jeux-questionnaires et les questions de révision peuvent de leur côté fournir des moments de métacognition, à la fin d'un niveau notamment. Les jeux qui ne possèdent pas de réels mécanismes d'évaluation devraient se voir agrémentés de telles questions, à choix multiples par exemple, afin de vérifier l'acquisition des notions ciblées (Ulicsak, 2010). Ainsi, l'élève peut se voir testé à la fin d'un jeu ou pendant son parcours.

Les organisateurs graphiques fournis par les développeurs de jeux ou dans certains plans de leçon diffusés sur les sites spécialisés sont utiles à la structuration de la pensée de l'utilisateur. Ils accompagnent sa réflexion sur son expérience de jeu et permettent de

conserver la trace des stratégies qu'il a employées (Fishman *et al.*, 2015). À titre d'exemple, la carte conceptuelle qui s'arrime aux théories actuelles de l'apprentissage fournit des traces tangibles des apprentissages réalisés que les pédagogues peuvent utiliser à bon compte (Hwang, Yang et Wang, 2013).

Certains jeux offrent enfin la possibilité de débloquer des niveaux plus adaptés aux habiletés de la joueuse ou du joueur ce qui contribue de manière significative à rendre l'expérience conforme aux objectifs d'apprentissage et à maintenir l'état de *flow*. Pour le personnel enseignant, cela admet une forme de différenciation pédagogique et permet, à l'inverse, de conserver le contrôle sur le rythme des activités d'apprentissage (Fishman *et al.*, 2015).

Afin de satisfaire aux objectifs pédagogiques, l'élève et son enseignante ou son enseignant doivent, d'une façon ou d'une autre, pouvoir suivre la progression des apprentissages réalisés en contexte de jeu (Ulicsak, 2010). De plus, il apparaît nécessaire de générer chez l'élève la prise de conscience des apprentissages réalisés (Westera, 2015). Ces considérations devraient se traduire par la maîtrise requise des modes d'évaluation les plus communs dans ce type de pédagogie. Les guides de jeu fourniraient à cette fin des pistes d'accompagnement et d'évaluation qui aident le personnel enseignant, quoique ceux-ci ne soient pas toujours disponibles.

5.6 Scénario pédagogique

L'intégration fructueuse d'une pédagogie basée sur le jeu passe par la clarté des processus pédagogiques mis en place (Perrotta *et al.*, 2013). Les jeux et les simulations ont avantage à se voir intégrés à des séquences d'enseignement-apprentissage existantes en remplissant une fonction prédéterminée par l'enseignante ou l'enseignant dans le contexte d'un scénario pédagogique (Becker, 2017; Ney, Emin et Earp, 2012). Une planification de tous les instants est nécessaire pour justifier l'intervention pédagogique en définissant

clairement les objectifs ainsi que les rôles respectifs des différents acteurs (Ney *et al.*, 2012).

Le recours aux principales théories de l'apprentissage qui guident la conception des jeux peut fournir des pistes de réflexion sur la manière de les utiliser en classe. Un jeu ou une simulation pourraient par exemple servir à tester les hypothèses des élèves dans une approche d'apprentissage par problèmes (Ney *et al.*, 2012). Ainsi, les pédagogues concernés devraient réfléchir aux différents modèles d'enseignement appropriés aux fins de l'apprentissage par le jeu (Ulcsak, 2010). Le type de questionnement qui devrait encadrer leur réflexion dans l'adoption d'une ressource numérique ludique s'articule autour de la définition de l'intention pédagogique, des stratégies à déployer durant les différentes phases, des activités d'apprentissage à mettre en place et du rôle qu'elles ou ils y joueront (Ney *et al.*, 2012).

Il n'existe malheureusement que peu d'exemples disponibles sur la façon dont les jeux et les simulations sont harmonieusement intégrés aux pratiques enseignantes (Ulcsak, 2010). De plus, les jeux et les simulations, à moins d'avoir été créés spécifiquement pour un usage en classe, risquent de présenter différentes lacunes qui devront être considérées dans la phase de préparation d'une leçon (Becker, 2017). Cette dernière propose par ailleurs 15 façons d'utiliser les jeux et les simulations en classe, dont certaines peuvent s'appliquer à l'apprentissage de la science et de la technologie (Tableau 7). Ce ne sont que des exemples, mais nombre d'entre eux représentent des manières sensées d'amener les jeux sérieux en classe.

Tableau 7

15 façons d'intégrer les jeux et les simulations dans une leçon selon Becker (2017)

• <i>Contenu</i>	• <i>Amorce de leçon</i>	• <i>Moyen de création</i>
• <i>Processus</i>	• <i>Devoir</i>	• <i>Environnement</i>
• <i>Exemple (étude de cas)</i>	• <i>Littérature</i>	• <i>Environnement virtuel</i>
• <i>Contre-exemple</i>	• <i>Art</i>	• <i>Option</i>
• <i>Inspiration</i>	• <i>Musique</i>	• <i>Loisir/récompense</i>

Les jeux peuvent servir d'inspiration, d'introduction, de devoirs ou de leçon en soi (Becker, 2017). Leur utilisation à différentes phases d'une leçon nous porte à croire que le modèle de mise en place d'une situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) communément adopté par le corps enseignant québécois constituerait un canevas approprié pour l'élaboration de scénarios pédagogiques intégrant une ou plusieurs ressources numériques ludiques. Cette tentative de rapprochement entre les apprentissages véhiculés par les jeux sérieux et les moyens de les mettre en place dans le système actuel d'enseignement favoriserait l'adoption de cette pédagogie en conformité avec les attentes du PFÉQ.

6. QUESTION ET OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE RECHERCHE

Les jeux vidéo et les simulations informatiques pertinents qui sont à la disposition des enseignantes et des enseignants de science et technologie et qui s'inscrivent dans l'apprentissage par le jeu vidéo (*DGBL*) demeurent méconnus parce qu'ils sont, en apparence, peu diffusés ou peu accessibles (Fishman *et al.*, 2014). Les ressources concernant leur recours en classe sont encore moins communes, alors que les ressources portant sur leur conception sont pratiquement inexistantes (Becker, 2007). Cette situation peut entraîner l'adoption de ressources numériques en vogue sans que celles-ci ne puissent générer les apprentissages escomptés.

Ainsi, il apparaît opportun de se doter d'un outil d'analyse permettant la compréhension des jeux sérieux offerts et l'évaluation de leur potentiel éducatif, tout en conservant un regard critique sur les approches pédagogiques émergentes. La question spécifique de recherche se dégageant de cette situation problème se trouve naturellement définie de la façon suivante :

Les bons principes de conception, d'intégration et d'usage des jeux sérieux peuvent-ils soutenir l'élaboration d'une grille d'analyse des jeux sérieux qui accompagnerait les enseignantes et les enseignants de science et technologie au secondaire dans le processus d'évaluation et de sélection des ressources disponibles?

L'objectif principal qui découle de cette question concerne la conception d'un outil d'analyse des jeux sérieux qui servira à la sélection et à l'utilisation raisonnée des jeux et des simulations en enseignement de la science et de la technologie. Pour ce faire, nous devons atteindre les objectifs spécifiques suivants :

1. Identifier les outils d'évaluation et d'analyse des jeux sérieux disponibles sous l'angle de l'enseignement régi par le PFÉQ;
2. Examiner les outils d'évaluation et d'analyse des jeux sérieux disponibles sous l'angle des bons principes recensés;
3. Sélectionner les catégories et les critères de la grille d'analyse pour les jeux sérieux;
4. Mettre à l'épreuve les éléments retenus pour la grille d'analyse des jeux sérieux.

Le chapitre suivant présente l'approche méthodologique mise de l'avant dans la poursuite de ces objectifs spécifiques.

TROISIÈME PARTIE

MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre vise dans un premier temps à présenter le devis de recherche qui a orienté cet essai professionnel, ainsi que l'approche scientifique ayant guidé nos choix méthodologiques. Nous y détaillons ensuite la démarche de recherche qui a mené à l'élaboration d'un outil d'analyse des jeux sérieux et des simulations proposés pour l'enseignement de la science et de la technologie au secondaire. Pour terminer, nous décrivons l'approche suivie pour valider la grille d'analyse.

1. DEVIS ET DÉMARCHE GÉNÉRALE DE RECHERCHE

Le problème de recherche posé dans la première partie de l'essai devait initialement nous amener à recourir à l'analyse de matériel pédagogique, une forme de recherche dite évaluative (Paillé, 2007). Le cadre conceptuel sert, dans ce type de recherche, à expliquer les critères d'évaluation des ressources pédagogiques faisant l'objet de l'analyse (Paillé, 2007). Dans le cadre d'une telle recherche, le matériel pédagogique existant est évalué selon un processus de déconstruction. Le corpus de référence correspond dans notre contexte d'étude aux différentes ressources participant à l'apprentissage par les jeux et les simulations (*digital game-based learning* ou *DGBL*) de la science et de la technologie au secondaire.

Les outils d'analyse repérés pouvant soutenir cette démarche de recherche ne s'avérant que partiellement utiles à la poursuite de cet objectif, nous nous sommes heurtés à la nécessité de les adapter. Ainsi, la conception et la validation d'un tel outil d'analyse s'inscrivent plus naturellement dans l'approche de recherche développement (Harvey et Loiselle, 2009) que dans le devis de Paillé (2007) qui a inspiré nos travaux. L'approche de Harvey et Loiselle (2009) encadre la production d'objets pédagogiques, ce qui conduira dans notre cas à l'élaboration d'une grille d'analyse des jeux sérieux qui est adaptée aux besoins du corps enseignant québécois. Cette approche scientifique satisfait aux exigences

de l'analyse de matériel pédagogique de Paillé (2007) en ce qui concerne le développement d'un cadre conceptuel fonctionnel qui appuie l'ensemble des choix réalisés quant aux critères d'évaluation d'un corpus pédagogique. Nous suivrons donc les grandes lignes de cette approche.

C'est dans ce que les auteurs nomment la phase d'opérationnalisation que prend forme l'objet pédagogique, qu'il est mis à l'essai et qu'il est validé (Figure 5). Cette phase constitue le cœur de notre recherche et visera plus spécifiquement l'explicitation des catégories et des critères retenus pour la conception de notre grille d'analyse, ainsi que la validation subséquente de ces éléments auprès d'experts du milieu de l'éducation.

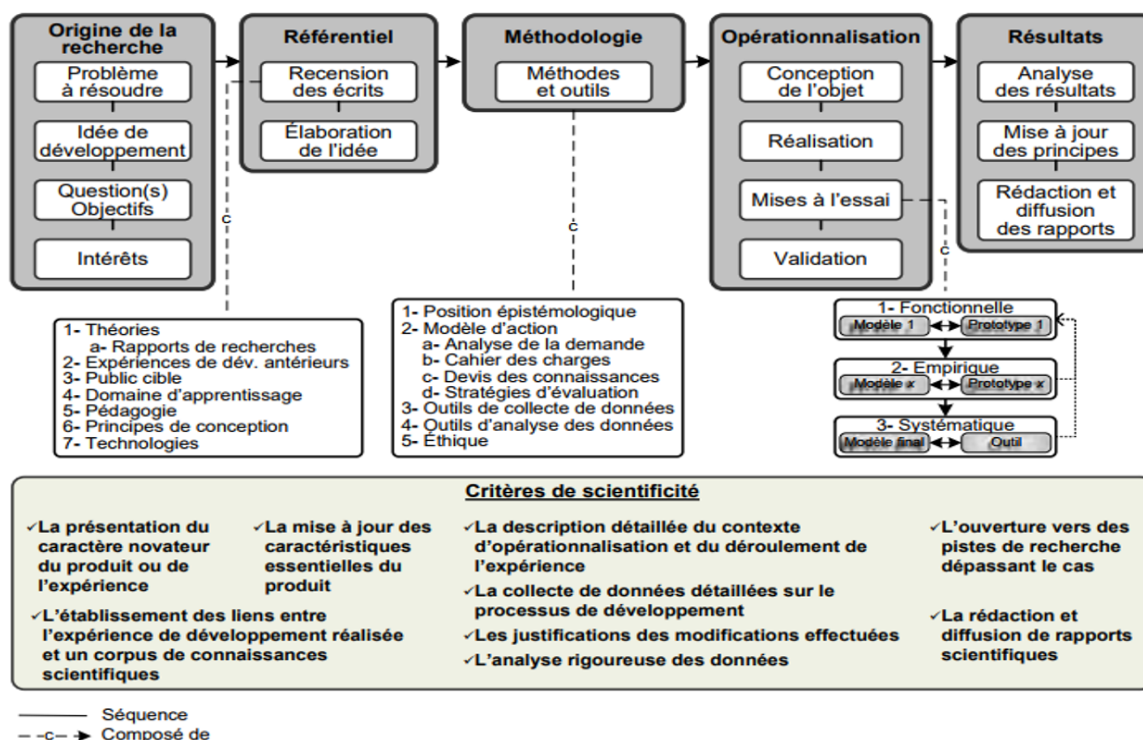


Figure 5. Modèle de recherche développement en éducation selon Harvey et Loiselle (2009).

En fin de course, la mise à l'essai systématique du produit concordera avec l'intention initiale d'analyse fonctionnelle des jeux sérieux et des simulations pouvant servir

l'enseignement de la science et de la technologie au secondaire, mais cet aspect de la démarche de recherche dépasse l'objectif de cet essai. L'outil d'analyse qui émanera du processus de recherche développement entrepris pourra toutefois servir une démarche ultérieure simplifiée d'analyse de matériel pédagogique, ce qui est en adéquation avec notre problématique de départ qui visait le soutien des enseignantes et des enseignants dans leur adoption de l'apprentissage par le jeu.

Les sections suivantes décrivent plus spécifiquement notre modèle d'action ainsi que les outils de collecte et d'analyse des données. Ces aspects méthodologiques de notre recherche soutiendront la phase d'opérationnalisation, l'étape de notre recherche qui se rapporte à la conception et à la validation de l'objet pédagogique.

2. DÉMARCHE DE CONCEPTION ET DE VALIDATION D'UNE GRILLE D'ANALYSE ADAPTÉE AU CORPUS À L'ÉTUDE

La conception d'une grille d'analyse commande l'établissement de catégories parmi lesquelles seront regroupés les critères d'analyse pertinents en regard des objectifs poursuivis par la recherche. Dans la présente recherche, nous justifions le choix des catégories en fonction des bonnes pratiques recensées dans les écrits scientifiques sur l'apprentissage par le jeu. Les éléments retenus proviennent d'une part des outils attribuables à une démarche d'analyse de contenu (Leray, 2008) et, d'autre part, de notre cadre conceptuel, qui fournissait déjà quelques pistes importantes.

L'approche méthodologique décrite pour la conception de notre grille d'analyse s'inspire donc de l'analyse de contenu qui sous-tend la mise en place d'un plan d'analyse appliqué au monde des médias (Leray, 2008). Les prochaines sections fournissent des précisions sur cette contribution, ainsi que sur la validation du contenu de la grille (Rubio *et al.*, 2003).

2.1 Approche méthodologique préconisée pour la conception de la grille d'analyse

La grille d'analyse est selon Leray (2008) l'outil principal de l'analyse de contenu, une technique de recherche qui sert la description objective des contenus médiatiques. Elle permet de « retracer, de quantifier, voire d'évaluer, les idées ou les sujets présents dans un ensemble de documents : le corpus », et d'en résumer l'information dans un court document (Leray, 2008, p. 5). Selon cette approche, les catégories de classification qui génèrent les variables à l'étude permettent de répondre aux questions correspondant au sujet abordé (Leray, 2008). Cette approche cadre avec les objectifs spécifiques de notre recherche et c'est pourquoi nous en avons suivi les principes dans l'élaboration de notre grille d'analyse. Le chercheur doit en ce sens expliquer son processus de conception de la grille d'analyse en justifiant l'établissement des différentes catégories qui la constitue.

Plusieurs efforts de classification des jeux vidéo ont été déployés ces dernières années en réponse à leur prolifération (Djaouti *et al.*, 2011). Les outils qui en sont issus servent différentes fins, ce qui influence les critères d'analyse utilisés dans les outils disponibles. En ce sens, l'analyse de contenu prédit que le nombre de catégories établies pour l'analyse d'un corpus médiatique devrait se situer autour de dix afin de ne pas perdre en efficacité (Leray, 2008). L'approche préconisée nous a ainsi amenés à nous interroger de façon continue sur les besoins des enseignantes et des enseignants de science et technologie au secondaire face à l'évaluation d'une ressource éducative numérique, comme un jeu ou une simulation. Nous avons donc opté, dans la mesure du possible, pour la détermination d'unités d'analyse qui se veulent exhaustives, exclusives, homogènes, économiques, simples, pertinentes, objectives, fidèles et productives (Weil-Bravais, 1997, dans Schlitz, 2006). C'est avec ce souci en tête et celui de produire un outil intelligible et facile d'usage qui favoriserait l'adhésion à une démarche évaluative critique à l'égard des jeux et des simulations disponibles que nous avons élaboré la grille d'analyse. De plus, la méthode préconisée pour la validation de la grille nous a amenés à développer des catégories dont l'étendue des réponses doit demeurer restreinte.

2.2 Approche méthodologique préconisée pour la validation du contenu de la grille d'analyse

La validation par des experts des éléments de la grille d'analyse produite suivra les principes de la validation de contenu (Rubio *et al.*, 2003). Les éléments d'un questionnaire se doivent, selon les chercheurs, d'être brefs, clairs et faciles à administrer sans quoi le taux de réponse se verra réduit et le taux de réponses erronées se verra quant à lui augmenter. L'idée générale est de tirer profit de la rétroaction offerte par un panel d'experts dans l'évaluation en amont des éléments d'un questionnaire. Cette approche cadre de merveilleuse façon avec la mise à l'essai prévue dans la recherche développement de Harvey et Loiselle (2009), et ce, en contribuant à l'amélioration de l'outil conçu de manière itérative. Les lacunes potentielles de l'outil mis au point devraient donc se révéler dans le contexte de ces mises à l'essai empiriques (Harvey et Loiselle, 2009).

Rubio *et al.* (2003) suggèrent de faire appel à un minimum de six experts (*content expert* et *lay experts*) afin de procéder à la validation de contenu, tout en considérant que plus leur nombre est grand, meilleure sera la rétroaction obtenue. Cette dernière devrait porter sur la représentativité de l'élément en ce qui a trait au contenu du domaine d'étude, sur la clarté de l'item, sur l'adéquation entre les facteurs et les items proposés, ainsi que sur la perspective globale des items présentés (*comprehensiveness*) (Rubio *et al.*, 2003).

Les questionnaires écrits acheminés aux experts visent donc à évaluer chaque catégorie de la grille d'analyse sous l'angle de leur clarté et de leur contribution respective à l'objectif de recherche (ANNEXE 1). Afin de combler la possible omission d'éléments importants dans l'outil développé, les participants seront appelés à formuler leurs suggestions, ce qui contribuera à la mise au point des principes (Harvey et Loiselle, 2009).

3. MILIEU SCOLAIRE ÉTUDIÉ, POPULATION ET ÉCHANTILLON

Le recours à des experts du milieu qui seront appelés à valider le contenu de la grille d'analyse en développement est dicté par les fondements de la validation de contenu (Rubio *et al.*, 2003). Le processus de sélection de ces participants s'est fait selon les principes de l'échantillonnage par choix raisonné (Fortin, 2010). Dans cette approche, le chercheur « exerce son jugement sur le choix des personnes aptes à fournir l'information liée au but de l'étude » (Fortin, 2010, p. 237).

En ce qui nous concerne, nous avons ciblé des enseignantes et des enseignants de science et technologie au secondaire pratiquant dans la province de Québec. Le choix a ainsi été guidé par la situation professionnelle des participants plutôt que par leur connaissance du domaine d'étude, ce que justifie notre objectif de recherche.

4. MÉTHODE DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES DONNÉES

La section qui suit présente les grandes lignes de la recherche documentaire effectuée dans le but de cibler les bons principes généralement admis dans l'apprentissage par le jeu. Nous décrivons ensuite la démarche de conception et de validation de la grille d'analyse pour terminer avec l'analyse des données récoltées.

4.1 Recension des outils d'analyse ou d'évaluation des jeux sérieux

Par souci de rigueur méthodologique, nous tenons à présenter les éléments clés de notre processus de recension des outils d'analyse et d'évaluation, ainsi que des bonnes pratiques entourant le recours aux jeux sérieux. Ces deux aspects sont traités séparément et de façon successive dans les sections suivantes.

4.1.1 Outils disponibles pour l'évaluation des jeux sérieux

Les recherches documentaires réalisées visaient dans un premier temps à répertorier des outils d'analyse, d'évaluation ou de classification des jeux sérieux. Ce repérage passe implicitement par l'Internet en raison de la nature plus appliquée de telles ressources. Un nombre restreint de ces outils est publié et ceux-ci sont souvent mal adaptés à la réalité de l'enseignement de la science et de la technologie au Québec.

4.1.2 Recension des bons principes d'intégration et d'usage des jeux sérieux en enseignement au secondaire

Après avoir repéré un certain nombre d'outils d'analyse et d'évaluation, la recherche documentaire a été réalisée selon les bons principes qui régissent la conception et l'utilisation des jeux sérieux en classe. À cette fin, nous avons consulté des bases de données tenant un registre de publications associées aux sciences de l'éducation, soit Education source, ScienceDirect, Éduscol, et ERIC, et ce, dans le but de cibler les articles scientifiques et les rapports qui font état des bons principes de conception, d'intégration et d'usage des jeux sérieux. Ces recherches et leurs constats ont contribué à la détermination de critères d'analyse des jeux sérieux dont l'objectif est de guider l'intégration de ces ressources à une séquence d'enseignement-apprentissage en science et technologie au secondaire.

4.2 Conception et validation de la grille d'analyse

Les deux sections suivantes décrivent la méthodologie mise en place pendant la phase d'opérationnalisation (Harvey et Loisel, 2009), celle qui vise la conception d'un objet pédagogique.

4.2.1 Sélection et formulation des catégories et des critères d'analyse

En toute cohérence avec l'approche de Leray (2008), les éléments qui figureront sur cette grille d'analyse se verront d'abord sélectionnés en fonction de leur récurrence dans les différents outils disponibles consultés. Cette liste sera revue à la lumière des besoins et des contraintes évoqués par les pédagogues en ce qui concerne l'apprentissage par le jeu, après quoi elle sera corrigée en regard de certains bons principes de conception et d'intégration des jeux sérieux. La clarté des éléments retenus devrait enfin représenter une préoccupation constante.

4.2.2 Validation des catégories de la grille d'analyse

Les fondements de la validation de contenu de Rubio *et al.* (2003) nous ont amenés à solliciter six spécialistes, toutes et tous enseignants de science et technologie au secondaire, afin de valider les éléments de la grille d'analyse proposée. Les six experts devaient jouer à un même jeu sérieux tout en complétant la grille d'analyse. Nous leur avons demandé de statuer sur leur compréhension de chaque catégorie de la grille tout en leur permettant de livrer leurs suggestions personnelles. Toutes et tous étaient par la suite appelés à décrire leur capacité à remplir la grille d'évaluation, ainsi que leur perception de l'utilité de cet outil dans le développement de séquences d'enseignement-apprentissage. Ces spécialistes devaient enfin classer les 20 catégories selon leur ordre d'importance dans un contexte d'évaluation des jeux sérieux et en prévision de leur intégration en classe (ANNEXE 1).

La recherche développement prévoit en outre une phase de mise à l'essai systématique qui vise la validation de l'objet pédagogique par un éventail plus large de la population cible (Harvey et Loiselle, 2009). Cet objectif dépasse toutefois le cadre de cet essai.

4.2.3 Considérations éthiques de la recherche

La participation volontaire des experts sollicités témoigne de leur obtention des renseignements essentiels à la pleine compréhension de la contribution sollicitée. Celle-ci s'inscrit alors dans une démarche respectueuse du consentement libre et éclairé requis dans de ce type de recherche (Fortin, 2010). Aucune intervention externe ne pouvait par ailleurs venir influencer le processus de réflexion des experts questionnés puisque l'expérimentation s'est déroulée à distance, au moment de leur choix.

Nous considérons également que les informations fournies par les participants sont suffisamment anonymes pour protéger leur vie privée. Malgré cela, les résultats sont traités et présentés sans égard à l'identité des individus qui les ont générés, ce qui contribue au caractère confidentiel de la recherche proposée. De plus, les données ne pourront être communiquées qu'avec l'autorisation des participants et seront entre temps gardées secrètes.

4.3 Analyse des résultats

En ce qui concerne l'analyse de la rétroaction reçue de la part des experts, nous opterons pour une approche exploratoire et descriptive. Nous compilerons les informations livrées en regard de leur compréhension des items à évaluer et de l'importance relative qu'ils attribuent à chacun d'eux dans un même document, ce qui permettra l'analyse verticale et horizontale des données. Les éléments les moins compréhensibles seront revus et réintégrés à une grille améliorée, ce qui contribuera à la mise à jour des principes dans la recherche développement (Harvey et Loiselle, 2009). L'analyse du classement des catégories pourra également soutenir une démarche d'épuration de la grille.

Enfin, l'étude des réponses aux questions portant sur l'utilisation de la grille d'analyse des jeux sérieux soutiendra la discussion autour des avantages et des inconvénients d'un tel outil dans l'adoption de pratiques pédagogiques émergentes.

QUATRIÈME PARTIE

RÉSULTATS

Cette partie du travail présente les résultats associés aux différents objectifs spécifiques poursuivis par cette recherche. Nous exposerons d'abord les résultats de la recherche documentaire effectuée dans l'élaboration d'un référentiel productif (Harvey et Loïselle, 2009), avant de poursuivre avec la sélection et la justification de chacune des catégories de la grille d'analyse des jeux sérieux et des codes qui les accompagnent. Cette section correspond à la phase d'opérationnalisation de la recherche développement dans laquelle prend forme l'objet pédagogique (Harvey et Loïselle (2009). Nous concluons la présentation des résultats en rendant compte de la rétroaction obtenue de la part des participants à notre étude dans une perspective de mise à jour des principes (Harvey et Loïselle, 2009).

1. OUTILS DISPONIBLES POUR L'ÉVALUATION DES JEUX SÉRIEUX

Notre premier objectif spécifique vise à identifier les outils d'analyse et d'évaluation des jeux sérieux disponibles. En ce sens, nos recherches nous ont permis de trouver trois sites Internet distincts qui recensent et évaluent des jeux sérieux pour l'enseignement formel, dont plusieurs sont associés au domaine de la science et de la technologie. On y fournit généralement une fiche descriptive suivie d'une fiche d'évaluation. La Cité des Sciences et de l'Industrie, un organisme français, présente sur son site Internet l'évaluation de plus d'une centaine de jeux sérieux de nature scientifique, laquelle est effectuée à l'aide de trois grilles distinctes (Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.). On y évalue la viabilité, le potentiel motivationnel ainsi que le caractère sérieux des jeux recensés. La banque des jeux numériques de l'académie de Montpellier comprend elle aussi une fiche d'évaluation, mais celle-ci s'attarde à l'engagement, à l'autonomie, aux interactions sociales, à la liberté, aux règles et aux gratifications, aux erreurs, aux échecs et autres aspects émotionnels, ainsi qu'au contenu du jeu (Académie de Montpellier, 2018). Ces dernières propositions seraient le fruit des travaux d'Eric Sanchez, professeur au Centre d'Enseignement et de Recherche

pour la Formation à l'enseignement de l'Université de Fribourg (Académie de Montpellier, 2018). Enfin, la classification de Djaouti *et al.* (2011), qui possède un fondement théorique bien documenté, a été utilisée pour classer les jeux sérieux sur un troisième site Internet (Ludoscience, s.d.). La portée de cette classification demeure toutefois limitée pour les besoins de l'enseignement au secondaire en raison de l'absence d'adéquation entre les éléments de la grille et les besoins exprimés par le personnel enseignant.

D'autres outils d'analyse et d'évaluation ont été repérés sur l'Internet et contribueront sans doute à l'atteinte de notre objectif sans toutefois pouvoir remplir entièrement la fonction désirée (Hervé, 2011; Mériaux et Simon, 2017; Otman, 1989). En outre, le plus récent ouvrage de Becker (2017) représente à l'heure actuelle l'œuvre la plus complète du domaine de l'évaluation des jeux sérieux en enseignement. Celui-ci contient une grille d'évaluation exhaustive dont les catégories cadrent adéquatement avec l'approche préconisée dans le présent travail, mais dont l'utilisation demeure peu conviviale. Malgré cela, la contribution de ces outils d'évaluation à notre grille d'analyse pourrait se faire sentir sur sa structure, en inspirant par exemple la partie descriptive des jeux sérieux évalués.

2. RECENSION DES BONS PRINCIPES

L'abondance d'écrits scientifiques tout comme la nature fragmentée de la recherche dans le domaine de l'apprentissage par le jeu représentent autant de contraintes à l'adhésion des pédagogues à ce mouvement. Notre deuxième objectif spécifique, qui consiste à examiner les outils disponibles sous l'angle des bons principes admis dans l'apprentissage par le jeu vidéo, contribue à pallier ces lacunes. En effet, les lieux de convergence entre les différentes recherches sur les jeux sérieux qui portent sur la motivation et le soutien aux apprentissages peuvent fournir des balises utiles à l'atteinte de l'objectif poursuivi. Ainsi, les écrits portant sur les besoins et les contraintes évoqués par les pédagogues en ce qui concerne l'apprentissage par le jeu inspirent le point de vue pratique de l'outil en développement (Académie d'Aix-Marseille, 2012; Becker et Jacobsen, 2005; European Schoolnet, 2009; Fishman *et al.*, 2014; Kirriemuir et McFarlane, 2004; Williamson, 2009).

Ils suggèrent des catégories d'analyse qui portent sur l'adéquation des ressources numériques aux prescriptions institutionnelles. Les écrits portant sur les bons principes de conception et d'intégration des jeux sérieux contribuent quant à eux à l'élaboration de catégories complémentaires, qui tiennent compte des principaux aspects des jeux sérieux et de leur utilisation dans une perspective de soutien à la motivation et aux apprentissages (Arnab, Lim, Carvalho, Bellotti, de Freitas, Louchart, Suttie, Berta, R. et De Gloria, 2015; Backlund et Hendrix, 2013; Becker, 2007; Becker, 2017; Boyle *et al.*, 2016; Catalano *et al.*, 2015; Chorianopoulos et Giannakos, 2014; Deen *et al.*, 2015; Dempsey *et al.*, 1994; Djaouti *et al.*, 2011; Hamari *et al.*, 2016; Hattie, 2009; Hennessy *et al.*, 2007; Jaakkola *et al.*, 2011; Ke, 2009; Kirremuir et McFarlane, 2004; Marne *et al.*, 2011; National Research Council, 2011; Ney *et al.*, 2012; O'Neil *et al.*, 2005; Perrotta *et al.*, 2013; Qian et Clark, 2016; Rapini, 2012; Sanchez, 2014; Salen et Zimmerman, 2003; Scalise *et al.*, 2011; Ulicsak, 2010; Weizman, 2014; Westera, 2015; Wu *et al.*, 2012; Young *et al.*, 2012).

L'examen des grilles d'analyse ou d'évaluation pour les jeux sérieux et les simulations informatiques, tout comme la consultation d'écrits scientifiques sur les pratiques exemplaires dans le domaine de l'apprentissage par le jeu numérique, nous a conduits à porter un regard critique sur les quelques outils disponibles. En effet, ceux-ci se sont révélés souvent trop élaborés, portant sur plusieurs pages, ou incomplets, en abordant des aspects qui ne relèvent que bien peu de l'utilisation pédagogique attendue. Ces contraintes, éclairées des aspects validés de l'apprentissage par le jeu, suggèrent la structure d'une grille d'analyse des jeux sérieux qui comporterait trois grandes sections : la description de la ressource, ses aspects didactiques et pédagogiques et, enfin, son utilisation en classe. La section suivante vise la description des catégories et des critères d'analyse retenus en regard de ces principes.

3. SÉLECTION ET JUSTIFICATION DES CRITÈRES D'ANALYSE DES JEUX ET DES SIMULATIONS

L'examen critique des outils disponibles pour l'évaluation des jeux sérieux a permis la détermination des premières catégories de notre grille d'analyse assorties de leurs critères, ce qui correspond à notre troisième objectif spécifique. Ces catégories ont par la suite été appuyées par les écrits scientifiques, qui ont à leur tour fourni des éléments permettant d'établir des catégories complémentaires servant à l'évaluation du potentiel pédagogique des jeux sérieux. À l'issue de ce processus, l'objectif général de recherche se révèle mieux servi par la création d'un outil d'analyse hybride, qui allie la fonction de fiche descriptive des jeux sérieux à celle d'une grille d'évaluation des éléments du jeu ou de la simulation qui les distinguent d'un point de vue didactique et pédagogique.

3.1 Sélection et justification des critères d'analyse relatifs à la description des jeux sérieux et des simulations

La plupart des outils d'analyse ou d'évaluation disponibles comportent une section visant l'identification et la description sommaire des jeux sérieux. Les critères sélectionnés faisant l'objet de cette section sont communément retenus par les auteurs de grilles d'analyse ou d'évaluation, mais sont ici adaptés à la réalité de l'enseignement de la science et de la technologie régi par le Programme de formation de l'école québécoise (PFÉQ), lorsque les besoins de l'enseignant le commandent.

3.1.1 *Nom du jeu ou de la simulation et accessibilité*

Les catégories proposées pour l'analyse des jeux sérieux varient d'un outil d'analyse ou d'évaluation disponible à l'autre, mais l'on y trouve la plupart du temps une partie descriptive du jeu ou de la simulation qui présente de façon évidente son nom ainsi que l'adresse Internet pour y jouer (Académie de Montpellier, 2018; Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.; Ludoscience, s.d.; Hervé, 2011). Dans le cas des ressources qui ne sont pas

disponibles en ligne, on fait mention de leur éditeur afin de pouvoir y avoir accès (Tableau 8).

Tableau 8

Catégories et codes associés à l'identification et à l'accessibilité des jeux et simulations

Catégories	Codes ou description de la réponse attendue
Nom du jeu ou de la simulation	<ul style="list-style-type: none"> Nom du jeu
Accessibilité	<ul style="list-style-type: none"> URL ou nom de l'éditeur

3.1.2 Clientèle ciblée par les jeux et les simulations

L'étude de trois sites Internet qui répertorient, classifient et évaluent les jeux sérieux et les simulations pouvant servir à l'enseignement de la science et de la technologie démontre que ces outils ne sont que peu adaptés aux besoins du personnel enseignant québécois qui planifie une séquence d'enseignement-apprentissage. Le libre accès à ces sites rend le processus de sélection plus aisé en apparence, mais leurs limites se révèlent assez rapidement. En effet, des outils d'analyse ou d'évaluation conçus spécifiquement pour l'apprentissage par le jeu aux niveaux primaire et secondaire présentent une description du contenu des jeux qui est plus ou moins précise et qui offre de l'information didactique difficile à raccrocher au PFÉQ (Académie de Montpellier, 2018; Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.; Ludoscience, s.d.). Ainsi, les fiches descriptives qui contiennent des informations sur les concepts abordés dans le jeu ou la simulation ne le font que sous l'angle des champs disciplinaires. Pour ce qui est de l'enseignement de la science et de la technologie, les disciplines sont le plus souvent déclinées par « physique, chimie ou biologie », ce qui ne guide que partiellement la ou le pédagogue dans son évaluation du public ciblé par le jeu et de son potentiel d'intégration à une séquence d'enseignement-apprentissage. De plus, lorsque le même jeu est analysé sur des sites différents, on trouve des incohérences dans la codification des notions abordées, mais aussi en ce qui concerne l'âge à partir duquel le jeu peut être joué, ce qui témoigne des limites des outils actuellement disponibles en ligne (tableaux 9 et 10).

Tableau 9

Comparaison des informations associées aux domaines d'étude ciblés par le jeu Clim'City

Site Internet	Nom de la section	Catégories	Codes
SeriousGame Classification (Ludoscience, s.d.)	Classification	Marché	Divertissement, Écologie
Banque de ressources pédagogiques – Jeux numériques (Académie de Montpellier, 2018)	Fiche d'identité	Catégorie sans nom	Environnement – Développement durable, Géographie, Physique, Sciences
Jeux de culture scientifique (Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.)	Fiche détaillée d'un jeu	Information pédagogique	Thèmes principaux : Environnement, développement durable, énergies Thèmes secondaires : Développement durable et habitation

Tableau 10

Comparaison des informations associées au public ciblé par le jeu Clim'City

Site Internet	Nom de la section	Catégories	Codes
Serious Game Classification (Ludoscience, s.d.)	Classification	Public	12-16 ans, 17-25 ans, 25-35 ans, 35-60 ans, grand public
Banque de ressources pédagogiques – Jeux numériques (Académie de Montpellier, 2018)	Fiche d'identité	Catégorie sans nom	12 ans et +
Jeux de culture scientifique (Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.)	Fiche détaillée d'un jeu	Information pédagogique	15 ans et +

Le peu d'adéquation entre l'information relative aux domaines d'apprentissage et la catégorie d'âge ne semble pas servir l'objectif de la personne désireuse d'intégrer la ressource évaluée à son enseignement.

D'autres grilles d'analyse font toutefois mieux en abordant le niveau d'enseignement envisageable (Hervé, 2011) ou les liens avec les compétences aux programmes (Mériaux et Simon, 2017). Dans les deux cas, nous décelons une tentative d'évaluer l'adéquation des contenus disciplinaires des jeux à ceux des programmes, ce qui est cohérent avec les attentes du milieu (Académie d'Aix-Marseille, 2012; European Schoolnet, 2009; Fishman *et al.*, 2014; Kirriemuir et McFarlane, 2004). Il apparaît donc souhaitable de définir cette catégorie en vertu des domaines spécifiques édictés par le PFÉQ en science et technologie (Tableau 11).

Tableau 11
Catégories et codes associés à la clientèle cible

Catégories	Codes ou description de la réponse attendue	
Domaine spécifique de formation et univers d'apprentissage (MELS, 2007)	<u>Programme</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Science et technologie • Science et technologie de l'environnement • Application technologique et scientifique 	
Cycle d'étude et/ou classe (MELS, 2007)	<u>Univers d'apprentissage</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Univers vivant • Univers Terre et espace • Univers Matériel • Univers technologique 	
Cycle d'étude et/ou classe (MELS, 2007)	<u>Cycle</u>	<u>Classe</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} cycle • 2^e cycle 	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{re} secondaire • 2^e secondaire • 3^e secondaire • 4^e secondaire

C'est ainsi que nous proposons une version adaptée de la fiche descriptive trouvée dans les modèles proposés (Académie de Montpellier, 2018; Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.; Ludoscience, s.d.; Hervé, 2011; Mériaux et Simon, 2017) en y intégrant les différents champs de formation (science et technologie, science et technologie de l'environnement, application technologique ou scientifique, chimie ou physique) tout comme les univers d'apprentissage en science et technologie (Matériel, Technologique,

Terre et espace, Vivant) qui sont propres au PFÉQ, et ce, pour le cycle d'étude et la classe auxquels correspond le contenu pédagogique du jeu ou de la simulation (MELS, 2007).

3.1.3 Types de jeux ou de simulations

Le type de jeu sérieux sélectionné, par son inscription dans le continuum *paida/ludus*, servira des fins pédagogiques variées qui sont dictées notamment par sa position le long de ce gradient (Djaouti *et al.*, 2011). Les applications pédagogiques des jeux ne possédant pas de but précis (*paida*) ne sont pas les mêmes que pour les jeux plus encadrés (*ludus*). Comme mentionné précédemment, le type de jeux ou de simulations proposés par les concepteurs sont de nature variée (Tableau 3), ce qui influencera également les choix et les intentions pédagogiques de l'enseignante ou de l'enseignant. L'usage d'un jeu-questionnaire ne servira pas les mêmes fonctions qu'un jeu de rôle en ligne massivement multijoueur (JRMM) ou une simulation par exemple. La grille relayée par Hervé (2011) aborde d'emblée le type de jeu dans la section « Spécifications générales », ce qui témoigne de l'importance de ce facteur dans la prise de position du corps enseignant à l'égard de l'apprentissage par le jeu et des fonctions pédagogiques qu'il peut remplir. Il nous apparaît donc essentiel d'introduire le type de jeu ou de simulation comme catégorie associée à la description d'un jeu en utilisant comme codes la typologie de Boyle *et al.* (2016) (Tableau 12).

Tableau 12
Catégories et codes associés au type de jeu ou de simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue			
Type de jeu ou de simulation (Boyle <i>et al.</i> , 2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation • Jeu de stratégie • Jeu de simulation 	<ul style="list-style-type: none"> • Jeu de rôle • Puzzle 	<ul style="list-style-type: none"> • JRMM • Jeu d'aventure 	
Mécaniques de jeu (Djaouti <i>et al.</i> , 2011)	<u>Règles</u> <ul style="list-style-type: none"> • Éviter • Atteindre • Détruire 	<ul style="list-style-type: none"> • Créer • Gérer • Déplacer 	<u>Objectifs</u> <ul style="list-style-type: none"> • Aléatoire • Choisir • Tirer • Écrire 	

Aussi, les différentes mécaniques de jeu, par le lien étroit qu'elles entretiendraient avec les mécanismes d'apprentissage et la motivation, viennent réguler le potentiel pédagogique de ces ressources (Arnab *et al.*, 2015; Djaouti *et al.*, 2011). Les mécaniques de jeu (*gameplay*) réfèrent à la manière dont un jeu est joué et servent à la classification des différentes ressources dans le modèle *G/P/S (Gameplay/Purpose/Scope)* (Djaouti *et al.*, 2011). Les dix « briques » *gameplay* développées par ces auteurs permettent de communiquer de manière graphique les différentes mécaniques de jeu des ressources numériques évaluées. On y traite distinctement les mécaniques qui relèvent des règlements de celles qui concernent les objectifs. Pour l'évaluation du jeu sérieux *Clim'City* par exemple, les mécaniques associées aux règlements sont « éviter et atteindre », tandis que les mécaniques d'objectifs sont « gérer et choisir ».

L'approche analytique de Djaouti *et al.* (2011) cadre assez bien avec notre objectif, qui est de révéler le potentiel pédagogique d'un jeu ou d'une simulation à l'aide d'un outil d'analyse performant. Sachant qu'il existe un lien entre les mécaniques de jeu et les mécanismes d'apprentissage (Arnab *et al.*, 2015), nous proposons d'intégrer à notre grille les codes proposés par les briques *gameplay* à la catégorie visant la description du jeu ou de la simulation (Tableau 12). Les codes utilisés sont simples et mutuellement exclusifs, ce qui facilite la description d'une ressource à cet égard, par rapport aux réponses ouvertes attendues sur le même sujet dans la grille de Hervé (2011). Ainsi, l'apprentissage étant la principale préoccupation des pédagogues lorsque vient le temps de choisir une ressource pédagogique, il apparaît souhaitable de pouvoir identifier les éléments d'un jeu ou d'une simulation qui soutiennent lesdits apprentissages.

3.2 Sélection et justification des critères d'analyse relatifs aux apprentissages et à la motivation

Les différentes catégories relevées jusqu'ici participent toutes à l'identification et au repérage des ressources numériques prometteuses. Une analyse approfondie de leur contenu

et de leur potentiel éducatif et motivationnel devrait tenir compte de considérations didactiques et pédagogiques, ce à quoi s'attardent les sections suivantes.

3.2.1 Concepts prescrits

Le corps enseignant se soucie de l'adéquation entre le contenu d'un jeu sérieux et les objectifs pédagogiques prescrits par les programmes. Les ressources pédagogiques concernées sont d'ailleurs plus susceptibles de se voir adoptées lorsque ce lien est fort (Académie d'Aix-Marseille, 2012; European Schoolnet, 2009; Fishman *et al.*, 2014; Kirriemuir et McFarlane, 2004), mais également lorsqu'elles permettent l'évaluation et qu'elles s'insèrent harmonieusement à une séquence d'enseignement-apprentissage existante (Fishman *et al.*, 2015). En ce sens, il apparaît souhaitable que l'outil en élaboration admette une section qui met en lumière ces savoirs et favorise ainsi la comparaison du contenu des différentes ressources numériques évaluées, comme le fait la grille de Mériaux et Simon (2017) en abordant les connaissances disciplinaires et les compétences (Tableau 13).

Tableau 13

Catégories et codes associés au contenu de nature scientifique du jeu ou de la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Concepts prescrits	<ul style="list-style-type: none"> • Concepts prescrits selon la progression des apprentissages

Les éléments clés qui figureront dans cette catégorie seront tirés de la progression des apprentissages du PFÉQ (MELS, 2007; MELS 2011).

3.2.2 Autres contenus de formation

Tel que mentionné précédemment, Kirriemuir et McFarlane (2004) soutiennent que le personnel enseignant et les parents considèrent les jeux utiles au développement de compétences valables (Tableau 1). De nombreux éléments constitutifs des jeux participeraient par ailleurs à leur efficacité au chapitre de l'acquisition de compétences du

21^e siècle (Rapini, 2012; Qian et Clark, 2016). Ces dernières correspondent aux qualités et aux aptitudes qui sont valorisées dans la société du savoir (Voogt et Roblin, 2012) (Tableau 14). Ces mêmes compétences peuvent être associées, dans une certaine mesure, aux compétences transversales décrites dans le PFÉQ (MELS, 2007).

Tableau 14
Compétences du 21^e siècle communément citées dans les référentiels et les études
parcourues par Voogt et Roblin (2012)

Les compétences mentionnées dans tous les référentiels	Les compétences identifiées dans la majorité des référentiels
<ul style="list-style-type: none"> • Collaboration • Communication • Habiletés sociales et culturelles, citoyenneté • Compétences liées aux technologies de l'information et des communications (TIC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Créativité • Pensée critique • Résolution de problèmes • Capacité de développer des produits de qualité et productivité

À titre d'exemple, les compétences liées aux TIC, à la communication, à la coopération et à la résolution de problèmes sont des compétences transversales du programme qui pourraient se voir développées de façon concrète dans un contexte d'apprentissage par le jeu vidéo. Nous proposons ainsi d'établir une catégorie portant sur les compétences transversales et sur les compétences du 21^e siècle développées par les jeux sérieux (Tableau 15).

Tableau 15

Catégories et codes associés aux autres compétences abordées dans le jeu ou la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Autres contenus de formation	<p><u>Compétences transversales</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exploiter l'information • Résoudre des problèmes • Exercer son jugement critique • Mettre en œuvre sa pensée critique • Exploiter le TIC <p><u>Compétences du 21^e siècle</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Collaboration • Communication • Compétences liées aux TIC • Habiletés sociales et culturelles • Créativité

Ces aspects de l'apprentissage apparaissent suffisamment importants pour que les éléments de design qui les favorisent soient considérés dans la conception des jeux, des simulations et des leçons intégrant les principes de l'apprentissage par le jeu (Qian et Clark, 2016).

3.2.3 Intégration du contenu didactique et pédagogique

Les jeux et les simulations qui se distinguent des autres intègrent le contenu didactique et pédagogique aux mécaniques de jeu et ne permettent pas d'y jouer sans rien apprendre (Becker, 2017). Il est toutefois possible de terminer certains jeux sans réaliser d'apprentissages notables, ce qui témoigne d'un manque d'intégration des contenus. Ces ressources, qui passent le test de la paresse (*Becker's lazy test*) mis au point par Becker (2017), doivent être ignorées en raison de leur faible potentiel pédagogique. Dans la grille d'évaluation de la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.), la question de l'intégration des apprentissages aux mécanismes de jeu est abordée sous l'angle du contenu annexe au jeu ou à la simulation. En effet, cet outil d'analyse propose de ne considérer que les jeux ou les simulations qui intègrent en tout ou en partie les contenus pédagogiques et scientifiques aux

mécanismes de jeu (Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.). L'Académie de Montpellier (2018) aborde de son côté l'évaluation de l'intégration des contenus au jeu ou à la simulation par la catégorie *gameplay*. Celle-ci consiste à évaluer le degré de connaissances qu'une joueuse ou un joueur doit posséder avant de jouer, ce qui témoigne en retour des apprentissages qui seront réalisés dans le jeu.

Les différentes approches déployées pour évaluer l'intégration des contenus didactiques et pédagogiques aux jeux et aux simulations nous amènent à proposer une évaluation qualitative de cet aspect des jeux sérieux. Les mêmes codes sont en outre employés pour évaluer la validité des contenus intégrés aux différentes ressources (Tableau 16).

Tableau 16

Catégories et codes associés à l'intégration des contenus au jeu ou à la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Intégration et validité des contenus didactiques et scientifiques au jeu	<p><u>Intégration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les contenus sont parfaitement intégrés au jeu. • Les contenus sont modérément intégrés au jeu. • Les contenus ne sont pas du tout intégrés au jeu. <p><u>Validité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les contenus sont parfaitement valides. • Les contenus sont modérément valides et comportent quelques erreurs factuelles. • Les contenus sont plus ou moins valides.

Il apparaît tout aussi essentiel d'évaluer la validité des informations intégrées aux jeux et aux simulations afin d'éviter l'acquisition, chez les élèves, de fausses conceptions. La ou le pédagogue habile pourrait toutefois tirer profit d'un jeu comportant des erreurs factuelles en l'intégrant à une leçon construite en ce sens (Becker, 2017), ce qui mérite d'être relevé dans cette catégorie.

3.2.4 Soutien aux apprentissages et rétroaction

La rétroaction est l'une des composantes fondamentales des jeux et des simulations informatisées et celle-ci contribue à encourager la motivation (Prensky, 2001). Les mécanismes de rétroaction, permis par l'interactivité des programmes, favorisent la mise en place d'un soutien pédagogique adéquat, ce qui optimise le potentiel de l'apprentissage par le jeu (O'Neil *et al.*, 2005). Les jeux qui se distinguent sur ce plan offrent un soutien pédagogique intégré par l'entremise d'une rétroaction élaborée et de la présence d'agents pédagogiques (*pedagogical agent*) (Ke, 2009).

Malgré cela, les grilles d'analyse et d'évaluation disponibles ne tiennent pas toutes compte dans la même mesure de la capacité d'un jeu ou d'une simulation à soutenir les apprentissages par la rétroaction. La grille d'évaluation des jeux sérieux de l'Académie de Montpellier (2018) envisage cet aspect selon deux catégories : la visibilité de la rétroaction et le système de récompenses. Ces deux composantes de la grille s'apparentent au concept de soutien pédagogique d'une ressource tel que nous l'entendons. L'outil d'évaluation de la Cité des sciences et de l'industrie (s.d.) considère le concept de *feedback* en s'intéressant à la manière dont le joueur perçoit sa propre progression dans le jeu, tandis que Mériaux et Simon (2017) abordent dans leur grille la notion de progression et de récompenses, sans toutefois spécifier la manière de présenter l'information.

Le soutien aux apprentissages dans une situation de jeu peut prendre diverses formes, en fonction du type de jeux sérieux ou du contexte pédagogique dans lequel lesdits jeux sont déployés. En ce sens, les codes retenus pour définir cette catégorie sont plutôt inspirés des écrits que des grilles disponibles (Tableau 17). En effet, on note que la rétroaction à l'appui des apprentissages vient généralement du jeu et qu'elle peut prendre la forme d'un pointage, d'un tutoriel, des résultats d'un jeu-questionnaire, ou d'autres formes de rétroaction qui poursuivent le même objectif (Hattie, 2009; Ke, 2009; National Research Council, 2011).

Tableau 17

Catégories et codes associés au soutien à l'apprentissage offert par le jeu ou la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue		
Soutien aux apprentissages et rétroaction	<ul style="list-style-type: none"> • Tutoriels • Jeu-questionnaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Pointage • Interactions sociales 	<ul style="list-style-type: none"> • Explicitation • Remédiation

Le soutien pédagogique doit parfois provenir du personnel enseignant ou de l'environnement social du joueur, plus particulièrement dans le cas des simulations, qui sont la plupart du temps dépourvues de consignes.

3.2.5 Clarté des règles et des objectifs

La clarté des règles et des objectifs est l'un des aspects de l'évaluation des jeux sérieux qui semblent faire l'unanimité. En effet, la majorité des outils d'évaluation consultés traitent de ces aspects de manière à faire ressortir les difficultés qui pourraient émaner de l'utilisation de ressources aux mécaniques de jeu moins courantes ou aux objectifs multiples et confus (Académie de Montpellier, 2018; Becker, 2017; Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.; Hervé, 2011; Mériaux et Simon, 2017). Un jeu dont l'apprentissage est long et fastidieux ne serait pas efficace dans une leçon de courte durée, par exemple (Becker, 2017).

Mériaux et Simon (2017) abordent la difficulté et les obstacles auxquels peuvent se heurter les joueurs dans la catégorie « Expériences de jeu », tandis que la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.) traite de ce concept dans deux catégories distinctes appelées respectivement « Objectifs/buts » et « Compréhension du *gameplay* ». Il s'agit dans les deux cas d'une façon d'évaluer le niveau de difficulté d'un jeu sans égard au contenu didactique qu'il véhicule. Nous préconisons pour cette catégorie l'établissement de codes qui permettent l'appréciation qualitative de cet aspect des jeux sérieux (Tableau 18).

Tableau 18

Catégories et codes associés à la clarté des règles et des objectifs du jeu ou de la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Clarté des règles et des objectifs	<p><u>Règles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les règles sont parfaitement claires. • Les règles sont modérément claires. • Les règles ne sont pas claires du tout. <p><u>Objectifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les objectifs sont parfaitement clairs. • Les objectifs sont modérément clairs. • Les objectifs ne sont pas clairs du tout.

L'évaluation de la clarté des règles et des objectifs peut en outre être réalisée parallèlement à l'évaluation des mécaniques de jeu de Djaouti *et al.* (2011) (Tableau 12). La facilité avec laquelle on établit les différentes mécaniques de jeu pourrait être corrélée à la clarté des règles et des objectifs.

3.2.6 Caractère réaliste du jeu ou de la simulation

Le caractère réaliste de la simulation du domaine d'étude, ainsi que la justesse de la réponse du moteur de jeu en fonction des réalités simulées constituent selon Marne *et al.* (2011) l'une des six facettes des jeux sérieux. Cet aspect est abordé dans la grille de Hervé (2011) par la mesure de l'écart entre la réalité étudiée et la réalité simulée, mais il s'agit là du seul outil disponible qui en relève la pertinence. Pourtant, le réalisme de la simulation participe à l'enseignement contextualisé et favorise le transfert des apprentissages dans le monde réel (Catalano *et al.*, 2015), ce qui nous apparaît crucial dans l'enseignement de la science et de la technologie.

Ainsi, nous demanderons aux utilisateurs de la grille d'analyse de statuer sur le caractère réaliste du jeu ou de la simulation en regard du domaine enseigné (Tableau 19).

Tableau 19

Catégories et codes associés au caractère réaliste de l'univers simulé par le jeu ou la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Caractère réaliste de l'univers simulé	<ul style="list-style-type: none"> • L'univers simulé est réaliste. • L'univers simulé est plus ou moins réaliste. • L'univers simulé est peu réaliste.

3.2.7 Interactions sociales

Les jeux, vidéo ou non, sont favorables à la communication entre les joueurs (Salen et Zimmerman, 2003). Les jeux offrent également des contextes propices à la collaboration et à la compétition, soit des aspects des jeux sérieux de nature motivante (Prensky, 2001; Kirriemuir et McFarlane, 2004). Dans certains cas, les interactions sociales sont les seuls vecteurs de motivation, ce qui nous force à en faire une catégorie à part entière (Tableau 20).

Tableau 20

Catégories et codes associés aux interactions sociales favorisées par le jeu ou la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Interactions sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Discussion • Compétition • Collaboration • Communauté virtuelle

Malgré cela, les grilles de la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.), de Mériaux et Simon (2017) et de Hervé (2011) n'abordent pas cet aspect de façon concrète. L'Académie de Montpellier (2018) demande de son côté aux utilisateurs d'évaluer les aspects collaboratifs et compétitifs des jeux sérieux. Les interactions sociales peuvent parfois être plus complexes, se dérouler au sein ou en dehors du jeu, ou même donner lieu à la création d'une communauté virtuelle. C'est ainsi que nous établissons quatre codes distincts pour cette catégorie (Tableau 20).

3.2.8 Motivation et *flow*

Le soutien à la motivation scolaire demeure l'une des principales raisons pour lesquelles une enseignante ou un enseignant voudrait intégrer des jeux sérieux à son enseignement (Williamson, 2009). Sa capacité à juger des composantes motivationnelles d'un jeu ou d'une simulation influence donc la justesse des choix pédagogiques réalisés. Or, l'aspect multifactoriel de la motivation en situation de jeu en fait un élément difficile à évaluer en un coup d'œil, comme en témoignent les différentes façons de traiter la question au moyen des outils disponibles. La grille de l'Académie de Montpellier (2018) aborde le concept directement en présentant une catégorie nommée « Défi motivant », tandis que la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.) a scindé le concept en quatre catégories : *gameplay*, progression, univers et plaisir de jeu. Ces aspects touchent autant à la mécanique de jeu qu'aux théories de l'apprentissage. Pour cette raison et pour simplifier le processus d'évaluation du potentiel motivationnel des jeux sérieux, nous traiterons de cet aspect par l'entremise du concept d'état de *flow* (Prensky, 2001; Westera, 2015), qui s'apparente fortement à la notion de progression dans la grille de la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.).

L'état de *flow* est maintenu chez l'apprenant en lui proposant des tâches dont le niveau de difficulté se trouve subtilement au-delà de ses capacités, ce que permet l'interactivité d'un jeu vidéo (Hamari *et al.*, 2016). En ce sens, nous proposons d'évaluer le degré avec lequel un jeu sérieux suscite la motivation par l'équilibre qu'il maintient entre les habiletés d'une joueuse ou d'un joueur et le niveau de difficulté des tâches à réaliser (Tableau 21), sachant que le manque de réel changement de niveau de difficulté entre les différents niveaux rend une ressource impertinente aux yeux des pédagogues (Académie d'Aix-Marseille, 2012).

Tableau 21

Catégories et codes associés au maintien de l'état de *flow* dans un jeu ou une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Motivation et <i>flow</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Le jeu ajuste constamment son niveau de difficulté aux habiletés du joueur. • Le jeu ajuste par moments seulement son niveau de difficulté aux habiletés du joueur. • Le jeu ajuste peu ou pas son niveau de difficulté aux habiletés du joueur.

3.2.9 Jouabilité et aspects affectifs

Les aspects affectifs d'un jeu côtoient toutes les autres composantes et s'entremêlent parfois aux processus d'apprentissage par le soutien à la motivation. St-Pierre (2010) les associe notamment à l'immersion, à la compétition, à la coopération, à la quête et aux récompenses ainsi qu'au suspense et à la dramaturgie. Le plaisir éprouvé en jouant se révèle également pour Salen et Zimmerman (2003) sous plusieurs visages. La fantaisie, la nature des sensations ressenties, le drame, le défi, la liberté et la découverte en représentent quelques exemples. D'autres auteurs se prononcent à ce sujet (Chorianopoulos et Giannakos, 2014; National Research Council, 2011; Wu *et al.*, 2012), ce qui complique l'évaluation de cet aspect des jeux.

Les outils disponibles tentent tous, en raison du lien qu'ils entretiennent avec la motivation, de rendre compte de la jouabilité et du rapport affectif maintenu à l'endroit d'un jeu. Le concept de *gameplay* tel que décrit par Becker (2017) et St-Pierre (2010) et comme il est utilisé dans les grilles d'évaluation de la Cité des sciences et de l'industrie (s.d.) et de Hervé (2011) peut en ce sens servir une approche descriptive économique de cette notion. Ainsi, l'évaluation du *gameplay* ou de la jouabilité viserait à déterminer les qualités intrinsèques d'un jeu, en dehors de sa capacité à soutenir les apprentissages (Becker, 2017).

C'est dans le but d'alléger cette partie de l'analyse d'un jeu sérieux, et parce que certaines de ces composantes ont déjà été élevées au rang de catégories, que nous opterons pour une approche plus globale du plaisir de jouer et de son potentiel affectif. En effet, nous croyons que les critères d'évaluation établis jusqu'à présent permettent de porter un jugement sur la valeur d'un jeu en regard de son potentiel motivationnel. Nous proposons ainsi à l'utilisateur de notre grille d'évaluer la jouabilité en rendant compte de la qualité globale de l'expérience de jeu fournie par une ressource (Tableau 22).

Tableau 22
Catégories et codes liés à la jouabilité d'un jeu ou d'une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Jouabilité	<ul style="list-style-type: none"> • Les composantes du jeu ou de la simulation rendent l'expérience de jeu agréable et motivante. • Les composantes du jeu ou de la simulation rendent l'expérience de jeu moyennement agréable et motivante. • Les composantes du jeu ou de la simulation rendent l'expérience de jeu peu agréable et motivante.

3.3 Sélection et justification des critères d'analyse liés à l'enseignement avec des jeux et des simulations

3.3.1 Fonction pédagogique du jeu ou de la simulation

La classification des jeux sérieux selon le modèle *G/P/S* de Djaouti *et al.* (2011) met en lumière l'intention du jeu sérieux (*purpose*), un concept qui s'apparente à l'intention pédagogique de l'enseignante ou de l'enseignant. Malgré cela, cet outil ne possède pas le degré de résolution attendu. Les jeux et simulations peuvent remplir une multitude de fonctions pédagogiques et être utilisés dans des contextes variables, ce que recoupe la catégorie « Contexte » de la grille de Mériaux et Simon (2017). On y suggère comme code l'évaluation, l'entraînement ou l'introduction, parmi les quelques possibilités énumérées.

Les jeux vidéo et les simulations dans le domaine de la science et de la technologie peuvent servir au début d'une séquence d'enseignement-apprentissage et susciter chez l'élève le désir d'apprendre une nouvelle notion (Becker, 2007; Weizman, 2014), mais ils peuvent également servir à la synthèse, à la révision ou à l'évaluation des apprentissages (Rapini, 2012; Weizman, 2014). Selon Deen *et al.* (2015), on observe principalement des ressources numériques qui favorisent la résolution de problèmes et d'autres qui proposent des exercices d'entraînement et de répétition.

La connaissance de l'étendue des applications pédagogiques possibles des jeux et des simulations contribue certainement à l'intégration raisonnée de ces ressources à l'une ou l'autre des phases d'une situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ). C'est probablement avec cette réalité en tête que Becker (2017) en vient à proposer 15 façons d'utiliser les jeux en classe. Malgré cela, la détermination de codes qui cadrent bien avec les objectifs, soit l'enseignement de la science et de la technologie, se révèle nécessaire ici, et ce, afin de guider l'utilisateur potentiel de cette grille d'analyse, sans toutefois le submerger de possibilités qui ne revêtent que peu d'intérêt pédagogique sur le plan du programme d'étude considéré (Tableau 23).

Tableau 23

Catégories et codes liés à la fonction pédagogique d'un jeu ou d'une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue	
Fonctions pédagogiques	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction de concepts • Acquisition de connaissances • Maîtrise des concepts 	<ul style="list-style-type: none"> • Révision des concepts • Évaluation des concepts • Amusement/récompense

3.3.2 Temps d'appropriation

Le temps nécessaire à l'appropriation d'une nouvelle ressource pédagogique affecte souvent son pouvoir d'attraction, ce à quoi n'échappe pas le jeu sérieux. Le ou la pédagogue doit par exemple le tester avant de pouvoir en tirer les bénéfices escomptés et ainsi réaliser une intégration pédagogique harmonieuse (Becker, 2017).

La fiche descriptive de la grille d'analyse de la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.) tient compte de cet aspect en incluant l'information sur le temps d'appropriation du jeu ou de la simulation. Cette information est stratégique puisque des interactions courtes, d'une durée inférieure à une semaine, sont plus efficaces à l'égard de l'attitude des apprenants que des interactions longues (Hattie, 2009). Ainsi, les jeux difficiles à apprendre ne sont pas de bons candidats pour les leçons courtes (Becker, 2017).

Malgré le fait que l'utilisation d'une ressource ludique peut se révéler intuitive, d'autres commandent un investissement plus important, pour le personnel enseignant comme pour les élèves, ce qui peut faire perdre de vue les apprentissages souhaités. C'est ainsi que nous proposons, afin de guider l'enseignante ou l'enseignant dans son expérimentation des différentes ressources, d'établir des codes portant sur le temps d'appropriation des jeux et des simulations qui permettraient de situer le temps à investir dans une échelle de durées (Tableau 24).

Tableau 24

Catégories et codes liés au temps d'appropriation d'un jeu ou d'une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Temps d'appropriation	<ul style="list-style-type: none"> • Quelques minutes • Quelques dizaines de minutes • Quelques heures

3.3.3 Ressources d'accompagnement

On évoque parfois le manque de formation pour expliquer l'adhésion limitée aux principes de l'apprentissage par le jeu (Arnab *et al.*, 2012). Or, la mise en œuvre d'une leçon misant sur cette approche requiert en pratique une forme de soutien pédagogique qui fait souvent défaut. Plusieurs auteurs s'entendent toutefois sur la nécessité de voir émerger une communauté de pratique au sein de laquelle circuleraient librement les ressources documentaires consacrées aux bonnes pratiques (Arnab *et al.*, 2012; Becker, 2017; Ney *et al.*, 2012).

Les outils d'analyse consultés ne traitent pas tous de cet aspect pédagogique des jeux sérieux qui, à nos yeux, peut affecter la prise de décision à l'égard d'un jeu ou d'une simulation. En effet, les sites de l'Académie de Montpellier (2018) et de la Cité des Sciences et de l'Industrie (s.d.), tout comme les grilles relayées par Hervé (2011) et Mériaux et Simon (2017), n'abordent pas de façon explicite la notion de soutien à l'enseignement. Le site *Serious Game Classification* (Ludoscience, n.d.) admet quant à lui un espace de discussion sur les différents jeux qu'il recense, mais cette fonction demeure sous-utilisée et ne forme pas la communauté virtuelle escomptée.

Becker (2017) aborde quant à elle cette catégorie par le soutien à l'enseignante ou à l'enseignant, l'un de ses quatre piliers de l'apprentissage par le jeu. On y traduit le type de soutien nécessaire par l'existence, pour un jeu ou une simulation, d'un guide du maître, de plans de cours prêts à l'emploi, de ressources supplémentaires et d'une communauté virtuelle d'enseignants (Becker, 2017). Les codes émanant de cette catégorie seront inspirés de cette typologie (Tableau 25).

Tableau 25

Catégories et codes liés à l'accompagnement pédagogique disponible pour un jeu ou une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Accompagnement pédagogique	<u>Type de soutien</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • Guide pédagogique • Plan de leçon • Ressources supplémentaires • Communauté virtuelle
	<u>Accessibilité aux ressources</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • URL pour avoir accès aux différentes ressources

L'accessibilité aux ressources documentaires demeure limitée en raison de leur rareté ou d'un effort de diffusion discret. Certaines de ces ressources existent malgré cela et l'idée de consigner et répertorier cette information correspond aux attentes du milieu. La découverte de telles ressources ou leur création suivie de leur mise en ligne méritent d'être relayées au sein d'une communauté de pratique.

3.3.4 Ressources matérielles requises

La plupart des grilles ou outils d'évaluation consultés comportent une catégorie abordant la notion d'accessibilité et de soutien informatique ou logiciel (Académie de Montpellier, 2018; Cité des Sciences et de l'Industrie, s.d.; Hervé, 2011; Mériaux et Simon, 2017). Il s'avère primordial de se pencher sur la question matérielle qui sous-tend l'apprentissage par le jeu vidéo de la même manière qu'on le ferait pour toute autre nouvelle technologie de l'information. Les limitations pédagogiques d'ordre pratique comme l'accès limité à de l'équipement informatique ou à un équipement adéquat constituent une préoccupation constante des intervenants du domaine de l'éducation à l'égard de l'apprentissage par le jeu (Backlund et Hendrix, 2013; Kebritchi, 2008). Les coûts prohibitifs peuvent par exemple freiner l'utilisation d'un jeu sérieux, et ce, malgré l'existence de ressources gratuites disponibles en ligne (Rapini, 2012).

Ainsi, il nous apparaît souhaitable et logique d'introduire ce concept dans notre grille d'analyse compte tenu de son rôle déterminant dans l'adhésion à l'apprentissage par le jeu. Ainsi, les ambitions ludiques des pédagogues ne doivent pas être irréconciliables avec les ressources disponibles. Les divers outils pédagogiques se déclinent en outre sur de multiples plateformes numériques : ordinateurs de table ou portatifs, ressources en ligne, téléphones intelligents et consoles de jeu (Boyle *et al.*, 2016). Cette description des plateformes numériques guidera l'élaboration des codes pour cette catégorie, à laquelle nous jugeons bon d'ajouter un indicateur du nombre de postes permis par le jeu ou souhaités par l'enseignant afin de rendre l'enseignement efficace et fertile (Tableau 26).

Tableau 26

Catégories et codes liés au type de support physique nécessaire à un jeu ou une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue		
Type de support et ratio d'utilisation	<u>Type de support</u>		
	<ul style="list-style-type: none"> • Ordinateur de table • Appareil portable de type tablette 	<ul style="list-style-type: none"> • Appareil portable de type téléphone • Ordinateur portable 	<ul style="list-style-type: none"> • Navigateur web • Console de jeu
	<u>Ratio</u>		
	<ul style="list-style-type: none"> • 1 : 1 • 1 : 2 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 : 3 • 1 : 4 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 : 35 (démon)

3.3.5 Évaluation des apprentissages

Les jeux ou les simulations génèrent à peu près tous des manifestations observables permettant l'évaluation des apprentissages. Malgré le fait que le personnel enseignant semble démontrer une forme d'insatisfaction face à l'impossibilité de conserver des traces des résultats d'une activité d'apprentissage ludifiée (Académie d'Aix-Marseille, 2012), les éléments de rétroaction du jeu peuvent fournir de bonnes assises, notamment en ce qui concerne l'évaluation formative. La grille d'évaluation relayée par Hervé (2011) aborde cet aspect de façon claire en suggérant des codes comme : formative, sommative, individuelle, collective, orale, écrite, outils utilisés. D'autres outils d'analyse (Académie de Montpellier, 2018, Mériaux et Simon, 2017) présentent un concept apparenté, soit la notion de récompense, qui peut servir l'évaluation des apprentissages. À cet égard, l'une des formes les plus claires de rétroaction constitue le pointage obtenu en cours de partie ou à la fin, qui peut en retour servir une démarche d'évaluation, à moins qu'elle ne soit associée à des composantes du jeu qui ne contribuent pas nécessairement aux apprentissages désirés (Fishman *et al.*, 2015).

On trouve d'autres éléments de jeu qui pourraient servir l'évaluation. Ceux-ci doivent s'avérer faciles à interpréter tout en convoyant une information en lien avec les objectifs éducatifs des pédagogues (Fishman *et al.*, 2015). Ce sont ces mécanismes internes des

ressources évaluées que nous tenterons de relever par cette catégorie de la grille d'analyse (Tableau 27).

Tableau 27

Catégories et codes liés à l'évaluation des apprentissages dans un jeu ou une simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue	
Évaluation des apprentissages	<ul style="list-style-type: none"> • Score, pointage ou nombre d'étoile • Autre forme de rétroaction • Tableau de bord • Questions fondamentales • Questions de révision 	<ul style="list-style-type: none"> • Communauté virtuelle • Jeu-questionnaire • Rejouer • Débloquer des niveaux • Organisateur graphique

Les codes associés à cette catégorie sont par ailleurs tous tirés de la même source, la plus exhaustive trouvée en la matière (Fishman *et al.*, 2015).

3.3.6 Scénarios pédagogiques à explorer

Les jeux sérieux forment une gamme de nouveaux moyens d'enseignement et d'évaluation qui devraient se déployer dans une démarche de diversification des approches pédagogiques (Ulicsak, 2010). En ce sens, l'intégration la plus rationnelle des jeux sérieux à une séquence d'enseignement-apprentissage se réalise au sein d'une démarche pédagogique structurée et claire (Perrotta *et al.*, 2013). Pour ce faire, il faudrait s'assurer d'intégrer le jeu sérieux à une séquence existante qui rassemble d'autres approches et dans laquelle l'intervention planifiée de l'enseignante ou de l'enseignant sert à faire émerger et à contextualiser les apprentissages réalisés.

C'est dans l'objectif de laisser la liberté à l'utilisateur de la grille de noter ses intuitions pédagogiques que nous proposons cette catégorie aux réponses ouvertes (Tableau 28). L'évaluation sommaire ou exhaustive d'une ressource numérique devrait amener la ou le pédagogue à envisager un scénario pédagogique dans lequel peut s'inscrire l'utilisation d'un jeu ou d'une simulation (Ney et al. 2012).

Tableau 28
Catégorie et codes liés au contenu du jeu ou de la simulation

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue
Scénarios pédagogiques	Idées de séquences d'enseignement-apprentissage dans lesquelles les jeux ou les simulations pourraient se voir intégrés.

Cette catégorie vise à soutenir l'intégration pédagogique des ressources évaluées qui démontrent un certain potentiel. Malgré le fait que des exemples concrets d'application de certains jeux sérieux peuvent exister, ceux-ci sont rares ou difficiles à trouver. C'est dans cet esprit d'innovation pédagogique que cette section de la grille d'analyse vise à recueillir toute intuition relative à l'utilisation pédagogique des jeux sérieux.

4. VALIDATION PAR LES PARTICIPANTS DES CATÉGORIES ET DES CRITÈRES RETENUS POUR LA GRILLE D'ANALYSE DES JEUX SÉRIEUX

Quatre experts sur les six sollicités ont répondu à l'invitation de participation à notre étude afin de mettre à l'épreuve les éléments retenus pour la grille d'analyse des jeux sérieux, ce qui désigne notre dernier objectif spécifique. Ces quatre individus ont testé l'outil d'analyse mis au point en jouant tous au même jeu et en répondant à un questionnaire portant principalement sur la clarté et le caractère univoque des éléments de la grille. La section qui suit traite de l'étude de ces résultats dans le but d'améliorer le produit final. Nous y analysons également l'aisance avec laquelle l'outil peut être employé, ainsi que sa pertinence dans l'adoption d'un jeu sérieux pour l'enseignement de la science et de la technologie. Il est à noter que les efforts de rédaction épiciène en ce qui concerne les résultats obtenus par le panel d'experts sont ici réduits afin de conserver le caractère anonyme de leur participation.

4.1 Caractère univoque des catégories et des critères retenus pour la grille d'analyse

Parmi les 20 catégories proposées pour l'analyse des jeux sérieux, certaines ont démontré des lacunes, notamment en ce qui a trait à leur clarté. En effet, la question sur

l'univocité des catégories adressée à chacune d'entre elles a généré des résultats qui nous permettent de clarifier certains éléments de la grille. Malgré cela, nous observons que la majorité de nos propositions (15 sur 20) sont entérinées par au moins trois experts sur quatre et qu'aucune des catégories proposées ne se révèle incompréhensible pour plus de deux experts sur quatre (Tableau 29).

Tableau 29
Catégories de la grille faisant l'objet de discordes

Catégorie	Codes ou description de la réponse attendue		
5 – Type de jeu ou de simulation	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation • Jeu de stratégie • Jeu de simulation 		
	<div> <div> <u>Règles</u> <ul style="list-style-type: none"> • Éviter • Atteindre • Détruire </div> <div> <u>Objectifs</u> <ul style="list-style-type: none"> • Jeu de rôle • Puzzle • Créer • Gérer • Déplacer • Aléatoire • JRMM • Jeu d'aventure • Choisir • Tirer • Écrire </div> </div>		
11 – Caractère réaliste de l'univers simulé	<ul style="list-style-type: none"> • L'univers simulé est réaliste. • L'univers simulé est plus ou moins réaliste. • L'univers simulé est peu réaliste. 		
12 – Interactions sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Discussion • Compétition • Collaboration • Communauté virtuelle 		
13 – Motivation et <i>flow</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Le jeu ajuste constamment son niveau de difficulté aux habiletés du joueur. • Le jeu ajuste par moments seulement son niveau de difficulté aux habiletés du joueur. • Le jeu ajuste peu ou pas son niveau de difficulté aux habiletés du joueur. 		
18 – Ressources matérielles	<u>Type de support</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ordinateur de table • Appareil portable de type tablette • Appareil portable de type téléphone • Ordinateur portable • Navigateur web • Console de jeu 		
	<u>Ratio</u> <ul style="list-style-type: none"> • 1 : 1 • 1 : 2 • 1 : 3 • 1 : 4 • 1 : 35 (démon) 		

Ces cinq catégories feront l'objet, dans les sections suivantes, d'une révision prioritaire compte tenu de leur nature plus controversée. L'analyse des 26 commentaires

recueillis sur les catégories de la grille contribue en ce sens au raffinement de ses principaux éléments.

En effet, la rétroaction reçue dans le but d'améliorer les catégories concerne surtout la possibilité de cocher plusieurs choix pour une même catégorie (10 commentaires sur 26). Malgré le fait que l'un des participants se soit abstenu de commenter en ce sens les éléments de la grille, il semble que cet aspect soit suffisamment pertinent pour éliminer les listes déroulantes de notre grille et les remplacer par des listes à cocher.

Les commentaires pertinents supplémentaires contribuent à l'amélioration d'autres catégories, notamment en ce qui a trait à l'intégration et la validité des contenus.

4.1.1 Type de jeu ou de simulation

L'insatisfaction apparente à l'égard de la catégorie « type de jeu ou de simulation » n'a pas empêché les quatre participants d'identifier le jeu de type puzzle que représente le jeu Sur les pas de Darwin aux Galápagos. Les commentaires reçus par deux des quatre experts vont dans le sens d'une description plus claire des types de jeu possible, en fournissant par exemple des liens comportant la description des types de jeu. On propose également d'élargir le choix de réponse, ce qui permettrait de recouper de façon plus précise les différentes offres de jeux sérieux.

Dans cette même catégorie, la description des jeux sérieux en fonction de leur mécanique ne semble pas avoir causé de problèmes à nos experts. Toutes et tous ont associé la mécanique de règle à « atteindre », pendant que trois participants sur quatre ont associé la mécanique d'objectifs à « choisir » (l'autre réponse fournie étant « déplacer »).

4.1.2 Caractère réaliste de l'univers simulé

La catégorie portant sur le réalisme de l'univers simulé semble porter à confusion. L'idée derrière l'établissement de cette catégorie est de reconnaître la validité des réponses fournies par le moteur de jeu en fonction des lois et concepts propres au domaine d'étude. Il nous a en ce sens été suggéré par un participant de clarifier la catégorie, alors qu'un autre proposait de la jumeler à la huitième catégorie, celle portant sur l'intégration des contenus didactiques et scientifiques au jeu. Les deux participants ont témoigné du manque de clarté de cette catégorie en relevant qu'il pourrait aussi bien s'agir de critères portant sur le réalisme graphique du jeu sérieux.

4.1.3 Interactions sociales

Les interactions sociales, prévues par le jeu ou non, peuvent soutenir les apprentissages et c'est pourquoi nous avons abordé ce sujet dans la grille d'analyse. Malgré cela, cette catégorie aurait avantage, selon un des experts consultés, à faire la distinction entre la collaboration à même le jeu et celle qui se manifeste en dehors du jeu. On nous a également proposé d'attribuer une forme de pointage aux différentes interactions sociales possibles en contexte de jeu.

4.1.4 Motivation et flow

L'aspect motivationnel d'un jeu ou d'une simulation passerait par l'ajustement du niveau de difficulté aux habiletés du joueur, ce qui contribue à ce que l'on nomme l'état de *flow*. Ce concept semble échapper à l'un des participants, ce qui nous porte à croire qu'une définition pourrait accompagner la catégorie. Les choix de réponse proposés contribuent toutefois, par leur formulation, à comprendre ce sur quoi nous désirons mettre l'accent. Un autre expert verrait quant à lui l'intégration de sous-catégories permettant d'évaluer d'autres composantes des jeux qui les rendent si attrayants, ce qui est évalué par d'autres catégories.

4.1.5 Ressources matérielles

Sur la question des ressources matérielles nécessaires, les trois commentaires reçus concernent l'impossibilité de pouvoir sélectionner plus d'un critère par sous-catégorie. En effet, un jeu ou une simulation peut se trouver sur différents supports de façon simultanée et la grille devrait en tenir compte, puisque certains milieux scolaires peuvent posséder des ressources multiples.

Aussi, le ratio du nombre d'appareils par rapport au nombre de joueurs peut varier selon l'utilisation pédagogique qu'on fait d'un jeu sérieux et la volonté de l'enseignant de susciter la collaboration entre les élèves. En ce sens, un participant propose d'intégrer la possibilité de cocher plusieurs ratios, ce qui révélerait davantage le potentiel pédagogique d'un jeu sérieux en mettant en lumière les différentes configurations possibles pour une même ressource.

4.1.6 Autres catégories

Deux des quatre participants à notre étude ont souligné qu'il serait souhaitable d'ajouter une troisième sous-catégorie à la catégorie sur l'intégration des contenus didactiques et scientifiques (catégorie 8). Il serait pertinent, selon le premier individu, d'apprécier le niveau de difficulté de l'appropriation des concepts, ce qui pourrait dicter l'utilisation pédagogique de la ressource évaluée. Pour l'autre, il faudrait y considérer la facilité avec laquelle le jeu sérieux peut être exploité en classe afin de soutenir les apprentissages. Il s'agit dans les deux cas de considérations pédagogiques qui devraient être examinées dans les sections appropriées.

Trois participants sur quatre ont relevé des utilisations possibles pour le jeu proposé dans le cadre de l'évaluation de la grille et ont formulé un commentaire à cet effet dans la 20^e et dernière catégorie de la grille. Deux de ces trois experts proposent de se servir de cette ressource dans un objectif de consolidation des connaissances entourant l'évolution

des espèces vivantes. Le jeu proposé offre par ailleurs la possibilité de faire des choix sur les concepts à explorer, ce qui s'éloigne des approches traditionnelles. Un autre participant propose de façon originale d'utiliser le jeu Sur les pas de Darwin aux Galápagos afin de construire un lexique de la terminologie utilisée dans ce champ d'études.

4.2 Capacité à remplir la grille

Les participants ont tous été en mesure de remplir la grille d'analyse, mais les réponses divergent parfois entre elles. La portion descriptive de la grille a généré des réponses cohérentes, ce qui n'est pas le cas des catégories dont la nature est plus subjective.

L'un se considérait peu connaissant à l'égard de la diversité des jeux et de leurs applications pédagogiques, ce qui l'a amené à constater l'utilité de la grille dans sa prise de conscience des univers offerts par les jeux sérieux. Il se dégage donc de son expérience un questionnement renouvelé face à ces ressources pédagogiques.

Un autre s'est interrogé sur quelques-unes des catégories de la grille et a proposé des pistes d'amélioration qui allaient dans le sens de sa compréhension des éléments la constituant, tout en jugeant sa capacité à remplir la grille comme étant « bonne ».

L'une des propositions les plus intéressantes reçues de la part de l'un des experts consultés et qui viseraient à clarifier les catégories litigieuses serait de proposer des informations supplémentaires à propos de chacune des catégories. On pourrait par exemple intégrer à la grille d'analyse l'information nécessaire à la bonne compréhension de ce qui est attendu, à la manière d'une capsule imbriquée à chacune des catégories.

CINQUIÈME PARTIE

DISCUSSION

Le devis de recherche développement (Harvey et Loisel, 2009) est conçu de façon à analyser les résultats en cours de conception, ce qui ne laisse que bien peu d'aspects à traiter en guise de discussion. Malgré cela, nous partageons dans cette ultime partie de notre travail quelques réflexions sur la méthodologie employée ainsi que sur les suites et les retombées de la recherche proposée.

1. CHOIX MÉTHODOLOGIQUES

Le devis de Harvey et Loisel (2009) encadrant la conception de notre outil d'analyse s'est avéré adéquat et facilitant en ce qui concerne la mise en place d'une démarche de recherche structurée. Dans le contexte de cet essai professionnel, nous n'en avons toutefois que partiellement appliqué les principes en ne réalisant pas ce que les auteurs appellent la mise à l'essai systématique, celle où un grand nombre d'utilisateurs sont appelés à évaluer le produit final. Ainsi, nous avons en cours de conception appliqué les principes de la mise à l'essai fonctionnelle, puis d'une mise à l'essai empirique en faisant appel à des experts du milieu. Nos efforts ont permis de constituer un panel de quatre individus, ce qui est cohérent avec l'approche de validation de contenu de Rubio *et al.* (2003). Nous aurions toutefois pu obtenir une plus grande quantité d'informations de la part d'un groupe plus grand de répondants, ce qui en retour aurait permis d'améliorer davantage la grille produite. L'effort demandé en termes de temps a pu influencer négativement la volonté des participants sollicités.

Les questions posées à ces spécialistes apparaissent, dans l'ensemble, avoir été bien comprises, bien que certaines ou certains ne possédaient aucune expérience au chapitre de l'apprentissage par le jeu vidéo. Ce dernier élément aurait pu faire l'objet d'une question spécifique dans le but d'obtenir un indice du niveau de compétence des experts consultés.

Aussi, la proposition initiale formulée pour la mise à l'essai empirique de la grille visait à évaluer deux jeux très différents dans leurs mécaniques respectives et dans l'utilisation pédagogique qu'on peut en faire dans le but de révéler les possibles lacunes de notre outil. Cet exercice s'est révélé trop long pour les participantes et les participants consultés et ceux-ci n'ont rempli la grille d'analyse que pour le premier jeu proposé. Cette réalité admet la possibilité que l'une ou l'autre des catégories de la grille produite ne soit toujours pas adéquate pour traiter toute la diversité des ressources qui sous-tendent l'apprentissage par le jeu.

En revanche, les réponses fournies, quoique parfois laconiques, nous ont permis d'atteindre notre objectif de validation du contenu de la grille d'analyse mise au point, ce qui nous permettra éventuellement d'améliorer considérablement l'outil d'analyse qui émane de notre recherche et de le tester à une plus grande échelle.

2. RETOMBÉES DE LA RECHERCHE PROPOSÉE

La conception d'un objet pédagogique répond habituellement à un besoin qui se dégage de la pratique. Dans notre cas, la grille d'analyse des jeux sérieux a permis dans un premier temps de fournir aux enseignants de science et technologie un outil pouvant les soutenir dans la sélection de jeux vidéo ou de simulations. La mise à l'essai systématique qui mène à un outil fonctionnel reste toutefois à réaliser (Harvey et Loiselle, 2009). Cette phase de la recherche développement requiert la participation d'un grand nombre d'intervenants, ce qui pourrait promouvoir l'établissement d'une communauté de pratique autour de l'apprentissage par le jeu vidéo. Quoi qu'il en soit, les premiers qui semblent en avoir bénéficié sont les enseignantes et les enseignants sollicités pour la validation de la grille d'analyse, qui ont toutes et tous relevé son utilité. Ces quelques experts ont pu se familiariser avec certaines pratiques exemplaires issues de ce domaine.

Afin de remplir le mandat de diffusion des résultats provenant de la recherche développement, il apparaît souhaitable d'instruire d'abord nos collègues de l'existence d'un

nouvel outil sur les jeux sérieux. La grille d'analyse pourrait à cette fin être diffusée par le biais de l'Intranet de l'école qui nous emploie et utilisée de manière à rassembler les ressources prometteuses à l'usage du personnel enseignant. Cet effort concourrait à établir les premiers jalons d'une communauté de pédagogues prêts à partager le fruit de leurs expériences.

Aussi, comme il s'agit d'un domaine en émergence, il nous apparaît justifié de partager le fruit de nos recherches avec une communauté élargie de pédagogues, dans le réseau de la Fédération des établissements d'enseignement privés (FÉEP) et différents congrès (celui de l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec [AESTQ], par exemple).

Les retombées de la recherche entreprise seront nombreuses en ce qui concerne le développement professionnel au chapitre des approches pédagogiques mettant en scène les TIC. En effet, le cadre d'évaluation que fournit la grille produite peut favoriser l'exploration de cette approche pédagogique. Ainsi, tout individu qui entre dans une démarche évaluative d'une ressource ludique en vue d'une utilisation en classe participe à l'intégration raisonnée de cette approche pédagogique et témoigne de son engagement professionnel.

3. CONCLUSION

L'apprentissage par le jeu vidéo vient avec de nombreuses promesses qui ne se réalisent que dans des conditions optimales d'utilisation. Le corps enseignant ne possède pas tous les outils nécessaires pour en faire une approche fertile, ce que vient partiellement combler la grille d'analyse résultant de ce travail de recherche. Malgré l'état fragmenté de la recherche actuelle, l'exploration des différents aspects des jeux sérieux et de leur utilisation pédagogique a permis d'identifier les concepts et les bonnes pratiques qui servent à évaluer le potentiel des jeux sérieux mis à la disposition des enseignants de science et technologie.

La grille d'analyse qui émane de ce processus de recherche, par les 20 catégories retenues, saura soutenir les pédagogues qui aspirent à la pleine exploitation du potentiel éducatif des jeux sérieux. La mise à l'essai empirique de l'outil développé, suivie de la mise à jour de ses principes, a contribué à l'amélioration de cet objet dans une perspective scientifique dictée par la recherche développement (Harvey et Loiselle, 2009). La mise à l'essai systématique de l'objet prévue par ces auteurs dans la phase d'opérationnalisation dépasse toutefois l'ambition de cette recherche. À noter que cet aspect sera certainement visé par des recherches futures. La phase de diffusion de l'objet conçu nous amènera à exposer nos découvertes dans le but d'instaurer une communauté de pratique au sein de laquelle les pédagogues s'échangeront de l'information pertinente sur l'utilisation raisonnée des jeux sérieux en éducation. Ainsi, nous envisageons de présenter les résultats de notre recherche dans différents congrès ou ateliers de formation qui rassemblent des enseignantes et des enseignants en science et technologie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Académie d'Aix-Marseille (2012). *Jouer en classe, est-ce bien sérieux? Bilan de l'expérimentation académique sur les usages de jeux sérieux au collège et au lycée*. Aix-en-Provence : Académie d'Aix-Marseille.
- Académie de Montpellier (s.d.). *Banque de ressources pédagogiques – Jeux Numériques*. Site téléaccessible à l'adresse <<https://jeuxnumeriques.ac-montpellier.fr/>>. Consulté le 4 février 2018.
- Annetta, L.A., Minogue, J., Holmes, S.Y. et Cheng, M.-T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers and Education*, 53(1), 74-85.
- Annetta, L.A., Frazier, W.M., Folta, E., Holmes, S., Lamb, R. et Cheng, M.-T. (2013). Science teacher efficacy and extrinsic factors toward professional development using video games in a design-based research model: the next generation of STEM learning. *Journal of Science Education and Technology*, 22(1), 47-61.
- Arnab, S., Berta, R., Earp, J., de Freitas, S., Popescu, M., Romero, M., Stanescu, I. et Usart, M. (2012). Framing the adoption of serious games in formal education. *Electronic Journal of e-Learning*, 10(2), 159-171.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R. et De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411.
- Backlund, P. et Hendrix, M. (2013). Educational Games - Are They Worth The Effort? A literature survey of the effectiveness of serious games. In *VS-GAMES 2013, 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications* (p. 69-76). Bournemouth : VS GAMES '13.
- Baillargeon, N. (2013). *Légendes pédagogiques : L'autodéfense intellectuelle en éducation*. Montréal : Les éditions poètes de brousse.
- Becker, K. (2007). Digital game-based learning once removed: Teaching teachers. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 478-488.
- Becker, K. (2017). *Choosing and using digital games in the classroom – A practical guide*. (s.l.) : Springer.

- Becker, K. et Jacobsen, D.M. (2005). Games for learning: are schools ready for what's to come? In *Proceedings of DiGRA 2005 2nd International Conference: Changing Views - Worlds in Play*. Vancouver : Digital Games Research Association.
- Boyle, E.A., MacArthur, E.W., Connolly, T.M., Hainey, T., Manea, M., Kärki, A. et van Rosmalen, P. (2014). A narrative literature review of games, animations and simulations to teach research methods and statistics. *Computers and Education*, 74(1), 1-14.
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C. et Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers and Education*, 94, 178-192.
- Caillois, R. (1958). *Les jeux et les hommes*. Paris : Gallimard.
- Catalano, C.E., Luccini, A.M., et Mortara, M. (2014). Guidelines for an effective design of serious games. *International Journal of Serious Games*, 1(1).
- Chen, C.-H., Wang, K.-C. et Lin, Y.-H. (2015). The Comparison of Solitary and Collaborative Modes of Game-based Learning on Students' Science Learning and Motivation. *Educational Technology and Society*, 18(2), 237-248.
- Chorianopoulos, K. et Giannakos, M.N. (2014). Design Principles for Serious Video Games in Mathematics Education: From Theory to Practice. *International Journal of Serious Games*, 1(3), 51-59.
- Cité des Sciences et de l'Industrie (2018.). *Autour du jeu vidéo*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.cite-sciences.fr/fr/ressources/autour-du-jeu-video/jeux-de-culture-scientifique/jeux-de-culture-scientifique/>>. Consulté le 4 février 2018.
- Coller, B.D. et Scott, M.J. (2009). Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering. *Computers and Education*, 53(3), 900-912.
- Connolly, T.M., Boyle, E.A., MacArthur, E., Hainey, T. et Boyle, J.M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers and Education*, 59(2), 661-686.
- Conseil supérieur de l'éducation (2013). *L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Deen, M., van den Beemt, A. et Schouten, B. (2015). The Differences between Problem-Based and Drill and Practice Games on Motivations to Learn. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 7(3), 44-59.

- Dempsey, J.V., Rasmussen, K. et Lucassen, B. (1994). Instructional gaming: Implications for instructional technology. *In Paper presented at the Annual Meeting of the Association for Educational Communications and Technology* (p. 1-13). Nashville, TN : [s.é.].
- Djaouti, D., Alvarez, J. et Jessel, J.-P. (2011). Classifying serious games: the G/P/S model. *In P. Felicia (dir.), Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (p. 118-136). Hershey : IGI Global.
- European Schoolnet (2009). *Quels usages pour les jeux électroniques en classe ? Rapport de synthèse*. Bruxelles : European Schoolnet.
- Fishman, B., Riconscente, M., Snider, R., Tsai, T., et Plass, J. (2015). *Empowering Educators: Supporting Student Progress in the Classroom with Digital Games (Part 2)*. Ann Arbor : University of Michigan.
- Fortin, M.-F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche. Méthodes quantitatives et qualitatives* (2^e éd). Montréal : Chenelière Éducation (1^{re} éd. 2006).
- Girard, C., Ecalle, J. et Magnan, A. (2013). Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(3), 207-219.
- Greitemeyer, T. et Mügge, D.O. (2014). Video games do affect social outcomes: A meta-analytic review of the effects of violent and prosocial video game play. *Personality and Social Bulletin*, 40(5), 578-589.
- Hainey, T., Westera, W., Connolly, T.M., Boyle, L., Baxter, G., Beeby, R.B. et Soflano, M. (2013). Students' attitudes toward playing games and using games in education: Comparing Scotland and the Netherlands. *Computers and Education*, 69, 474-484.
- Hanus, M.D. et Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers and Education*, 80(1), 152-161.
- Hamari, J., Shernoff, D.J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. et Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179.
- Harvey, S., et Loiselle, J. (2009). Proposition d'un modèle de recherche développement. Approches inductives II. *Recherches qualitatives*, 28(2), 95-117.

- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York : Routledge.
- Hays, R.T. (2005). *The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion. Rapport technique 2005-004*. Orlando, FL : Naval Air Warfare Center Training Systems Division.
- Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., la Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K. et Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers and Education*, 48(1), 137-152.
- Hervé, F. (2011). *Grille d'analyse d'un jeu sérieux*. Document téléaccessible à l'adresse <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/ecogest/IMG/pdf/Grille_analyse_jeu_serieux.pdf>.
- Hwang, G.-J., Yang, L.-H. et Wang, S.-Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers and Education*, 69, 121-130.
- Jaakkola, T., Nurmi, S. et Veermans, K. (2011). A Comparison of Students' Conceptual Understanding of Electric Circuits in Simulation Only and Simulation-Laboratory Contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71-93.
- Kahn, S. et Rey, B. (2016). La notion de compétence : une approche épistémologique. *Éducation et francophonie*, 44(2), 4-18.
- Ke, F. (2009). A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools. In R.E. Ferdif (dir.), *Handbook of research on effective electronic gaming in education* (p. 1-32). New York : Hershey.
- Ke, F. et Grabowski, B. (2007). Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 249-259.
- Kirriemuir, J. et McFarlane, A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*. Rapport A NESTA Futurelab Research report - report 8. Bristol : Futurelab.
- Klopfer, E., Osterweil, S. et Salen, K. (2009). *Moving learning games forward*. Cambridge, MA : Education Arcade.
- Kebritchi, M. (2008). Effects of a computer game on mathematics achievement and class motivation: An experimental study. Thèse de doctorat en philosophie de l'éducation, University of Central Florida, FL.
- Lavergne, V. (2013). Ne me dérangez pas, je joue! *École branchée – Guide annuel 2013-2014*, 3-5.

- Leray, C. (2008). *L'analyse de contenu - De la théorie à la pratique : la méthode Morin-Chartier*. Québec : Presse de l'Université du Québec.
- Li, M.-C. et Tsai, C.-C. (2013). Game-based learning in Science education: A review of relevant research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(6), 877-898.
- Ludoscience (s.d.). *GameClassification.com*. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.gameclassification.com/FR/>>. Consulté le 4 février 2018.
- Marne, B., Huynh-Kim-Bang, B. et Labat, J.-M. (2011). Articuler motivation et apprentissage grâce aux facettes du jeu sérieux. In *EIAH 2011 - Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* (p. 69-80). Mons : Éditions de l'UMONS.
- Mayer, I., Bekebrede, G., Harteveld, C., Warmelink, H., Zhou, Q., van Ruijven, T., Lo, J., Kortmann, R. et Wenzler, I. (2014). The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 502-527.
- Mériaux, P et Simon, J.-F. (2017). *Proposition de grille d'analyse d'un jeu sérieux*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www22.ac-lyon.fr/enseignement/histoire/IMG/pdf/grilledeval.pdf>>.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2001). *La formation à l'enseignement : les orientations, les compétences professionnelles*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2007). *Programme de formation de l'école québécoise : enseignement secondaire, deuxième cycle*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2011). *Progression des apprentissages au secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Morasse, M.-E. (13 septembre 2017). CSDM : la programmation enseignée à grande échelle. *La Presse*, (n.p.). Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.lapresse.ca/actualites/education/201709/12/01-5132773-csdm-la-programmation-enseignee-a-grande-echelle.php>>.
- National Research Council (2011). *Learning Science Through Computer Games and Simulations*. Rapport du Committee on Science Learning: Computer Games, Simulations, and Education. Washington, DC : The National Academies Press.
- Ney, M., Emin, V. et Earp, J., (2012). Paving the way to Game Based Learning: a question matrix for Teacher Reflection. *Procedia Computer Science*, 15, 17-24.

- Oblinger, D. (2004). The next generation of educational engagement. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004(8), 1-18.
- O'Neil, H.F., Wainess, R. et Baker, E.V. (2005). Classification of learning outcomes: evidence from the computer games literature. *The Curriculum Journal*, 16(4), 455-474.
- Otman, G. (1989). Éléments pour une grille d'analyse et d'évaluation critique de didacticiels de langue. *Bulletin de l'EPI*, 54, 147-165.
- Paillé, P. (2007). La méthodologie de recherche dans un contexte de recherche professionnalisante : douze devis méthodologiques exemplaires. *Recherches qualitatives*, 27(2), 133-151.
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers and Education*, 52(1), 1-12.
- Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H. et Houghton, E. (2013). *Game-based Learning: Latest Evidence and Future Directions*. Rapport du NFER Research Programme: Innovation in Education. Slough : NFER.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York : McGraw-Hill.
- Posso, A. (2016). Internet Usage and Educational Outcomes Among 15-Year-Old Australian Students. *International Journal of Communication*, 10, 3851-3876.
- Qian, M. et Clark, K.R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-58.
- Rapini, S. (2012). *Beyond Textbooks and Lectures: Digital Game-Based Learning In STEM Subjects*. McLean, VA : Center for Excellence in Education.
- Rubio, D.M., Berg-Weger, M., Tebb, S.S., Lee, E.S. et Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27(2), 94-104.
- Ryan, R. et Deci, E. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Salen, K et Zimmerman, E. (2003). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge : MIT press.

- Sanchez, E. (2014). Serious Games? Four ideas that should be considered when it comes to introducing games into the classroom. *InMedia*, 5. Document téléaccessible à l'adresse <<http://inmedia.revues.org/814?lang=fr#text>>.
- Scalise, K., Timms, M., Moorjani, A., Clark, L., Holtermann, K. et Irvin, P.S. (2011). Student learning in science simulations: Design features that promote learning gains. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(9), 1050-1078.
- Schiltz, L. (2006). Grilles d'analyse de contenu basées sur l'approche phénoménologico-structurale. *Bulletin de la Société des Sciences Médicales du Grand-Duché du Luxembourg*, (2), 265-280.
- Selwyn, N. (2009). The digital native - myth and reality. *Aslib Proceedings*, 61(4), 364-379.
- Singer, N. (27 juin 2017). How Silicon Valley Pushed Coding Into American Classrooms. *The New York Times*, (n.p.). Document téléaccessible à l'adresse <<https://www.nytimes.com/2017/06/27/technology/education-partovi-computer-science-coding-apple-microsoft.html>>.
- Silcoff, S. (17 janvier 2016). B.C. to add computer coding to school curriculum. *The Globe and Mail*, (n.p.). Document téléaccessible à l'adresse <<https://www.theglobeandmail.com/technology/bc-government-adds-computer-coding-to-school-curriculum/article28234097/>>.
- St-Pierre, R. (2010). Des jeux vidéo pour l'apprentissage ? Facteurs de motivation et de jouabilité issus du game design. *Distances*, 12(1), 4-26.
- Ulicsak, M. (2010). *Games in education: serious games*. Rapport de recherche. Bristol : Futurelab.
- van Staalduinen, J.-P. (2011). A First Step towards Integrating Educational Theory and Game Design. In P. Felicia (dir.), *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches* (p. 98-117). Hershey, PA : IGI Global.
- Voogt, J. et Roblin, N.P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.
- Weizman, A. (2014). Encouraging teachers to use serious games in science teaching. *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*, 2, 604-609.
- Westera, W. (2015). Games are motivating, aren't they? Disputing the arguments for digital game-based learning. *International Journal of Serious Games*, 2(2), 3-17.

- Young, M.F., Slota, S., Cutter, A.B., Jalette, G., Mullin, G., Lai, B., Simeoni, Z., Tran, M. et Yukhymenko, M. (2012). Our Princess Is in Another Castle: A Review of Trends in Serious Gaming for Education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61-89.
- Wang, L., Shute, V. et Moore, G.R. (2015). Lessons Learned and Best Practices of Stealth Assessment. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, 7(4), 66-87.
- Williamson, B. (2009). *Computer Games, Schools and Young People: A Report for Educators on Using Games for Learning*. Rapport de recherche. Bristol : Futurelab.
- Wu, W.-H., Chiou, W.-B., Kao, H.-Y., Alex Hu, C.-H. et Huang, S.-H. (2012). Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. *Computers and Education*, 59(4), 1153-1161.
- Zydney, J.M. et Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers and Education*, 94, 1-17.

ANNEXE 1**GRILLE D'ANALYSE DES JEUX SÉRIEUX, LETTRE D'ACCOMPAGNEMENT
ET QUESTIONNAIRE* ENVOYÉS AUX PARTICIPANTS DE LA RECHERCHE
DÉVELOPPEMENT LORS DE LA PHASE DE MISE À L'ESSAI**

* La grille d'analyse et le questionnaire ont été soumis aux participants sous la forme d'un formulaire interactif dont les choix de réponse intégrés n'apparaissent pas ici. Ces choix sont toutefois présentés au quatrième chapitre.

CONCEPTION D'UNE GRILLE D'ANALYSE DES JEUX SÉRIEUX POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE AU SECONDAIRE EN REGARD DES BONNES PRATIQUES RECONNUES DANS LE DOMAINE DE L'APPRENTISSAGE PAR LE JEU VIDÉO

Olivier Mathieu, M. Sc., candidat à la maîtrise qualifiante en enseignement au secondaire

Mise en contexte

La grille d'analyse des jeux sérieux qui est proposée à la page suivante émane d'un travail de recherche à la maîtrise qualifiante en enseignement au secondaire. Cet outil a été conçu dans le but d'évaluer le potentiel pédagogique des différentes ressources qui sous-tendent l'apprentissage par le jeu vidéo (*digital game-based learning*) de la science et de la technologie, et ce, en fonction des bons principes dérivés de la recherche pertinente dans le domaine. Certaines publications sur le sujet ont de plus permis la prise en compte de la perception des enseignants à l'égard de l'apprentissage par le jeu vidéo, ce qui contribue au caractère pratique de cette grille d'analyse.

Contribution sollicitée

La grille d'analyse des jeux sérieux qui forme le corps de ce travail de recherche doit pouvoir accompagner l'enseignant dans son évaluation des jeux vidéo et des simulations disponibles tout en contribuant à leur intégration raisonnée à une séquence d'enseignement-apprentissage dans le domaine de la science et de la technologie. Nous cherchons donc à recueillir vos commentaires critiques sur la validité des catégories de la grille d'analyse ainsi que sur l'aspect fonctionnel des choix de réponses proposés, lorsque cela s'applique à une catégorie. Pour ce faire, nous vous proposons d'analyser une ou deux ressources en complétant la grille d'analyse tout en notant vos commentaires sur chacune des catégories à la suite du formulaire.

Les jeux sérieux à évaluer sont, dans l'ordre :

Sur les pas de Darwin aux Galápagos

<http://www.cite-sciences.fr/juniors/darwin-galapagos/index.html>

Blockly

<https://blockly-games.appspot.com/?lang=fr>

Les questions qui devraient accompagner votre réflexion sont :

1. La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque?
2. Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
3. Comment évalueriez-vous globalement votre capacité à remplir cette grille dans l'évaluation d'un jeu ou d'une simulation?
4. Croyez-vous cet outil capable de soutenir votre développement de séquences d'enseignement-apprentissage intégrant les principes de l'apprentissage par le jeu vidéo?
5. Quelles catégories vous apparaissent plus pertinentes que les autres?

Et après?

Une fois le travail terminé, veuillez nous renvoyer le fichier à l'adresse courriel suivante : olivier.mathieu@usherbrooke.ca.

Merci de collaborer à ce projet de recherche que nous souhaitons structurant en vue d'une adoption réfléchie et sensée des jeux sérieux en enseignement de la science et de la technologie.

Grille d'analyse des jeux sérieux en science et technologie

Description du jeu ou de la simulation			
1- Nom du jeu ou de la simulation			
2- Accessibilité	<input type="checkbox"/> URL :		
	<input type="checkbox"/> Éditeur :		
3- Domaine de formation et univers d'apprentissage	Choisissez un élément	Choisissez un élément	
4- Cycle d'étude et/ou classe	<input type="checkbox"/> Cycle : Choisissez un élément	<input type="checkbox"/> Classe : Choisissez un élément	
5- Type de jeu ou de simulation	Type : Choisissez un élément	Règles : Choisissez un élément	Objectifs : Choisissez un élément
Apprendre avec le jeu ou la simulation			
Aspects didactiques			
6- Concepts prescrits	Progression des apprentissages		
7- Autres contenus de formation	Compétences transversales : Choisissez un élément	Autres compétences : Choisissez un élément	
8- Intégration et validité des contenus didactiques et scientifiques au jeu	Le contenu du jeu ou de la simulation est : Choisissez un élément Choisissez un élément		
Aspects motivationnels			
9- Soutien aux apprentissages et rétroaction	<input type="checkbox"/> Tutoriels <input type="checkbox"/> Quiz	<input type="checkbox"/> Pointage <input type="checkbox"/> Interactions sociales	<input type="checkbox"/> Explication <input type="checkbox"/> Remédiation
10- Clarté des règles et des objectifs	Les règles sont : Choisissez un élément	Les objectifs sont : Choisissez un élément	
11- Caractère réaliste de l'univers simulé	Le jeu ou la simulation offre un environnement : Choisissez un élément		
12- Interactions sociales	Le jeu ou la simulation permet ou favorise : <input type="checkbox"/> La discussion <input type="checkbox"/> La collaboration <input type="checkbox"/> La compétition <input type="checkbox"/> L'établissement d'une communauté virtuelle		
13- Motivation et <i>flow</i>	Le jeu ajuste son niveau de difficulté aux habiletés du joueur Choisissez un élément		
14- Jouabilité	Les différentes composantes rendent l'expérience de jeu : Choisissez un élément		
Enseigner avec le jeu ou la simulation			
15- Fonction pédagogique	Choisissez un élément		
16- Temps d'appropriation	<input type="checkbox"/> Quelques minutes	<input type="checkbox"/> Quelques dizaines de minutes	<input type="checkbox"/> Quelques heures
17- Accompagnement pédagogique	Soutien disponible <input type="checkbox"/> Guide pédagogique <input type="checkbox"/> Plans de leçon <input type="checkbox"/> Ressources supplémentaires <input type="checkbox"/> Communauté virtuelle	Accessibilité <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
18- Ressources matérielles	Type de support Choisissez un élément	Ratio appareil : élève Choisissez un élément	

19- Évaluation des apprentissages	L'évaluation des apprentissages est favorisée par : Choisissez un élément
20- Scénarios pédagogiques	Cet outil pourrait être utilisé pour dans le contexte de

Notez ici vos commentaires pour chacune des catégories de la grille d'analyse.

1- Nom du jeu ou de la simulation	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
2- Accessibilité	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
3- Domaine de formation et univers d'apprentissage	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
4- Cycle d'étude et/ou classe	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
5- Type de jeu ou de simulation	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
6- Concepts prescrits	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
7- Autres contenus de formation	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
8- Intégration des contenus didactiques et scientifiques au jeu	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
9- Soutien aux apprentissages et rétroaction	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
10- Clarté des règles et des objectifs	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
11- Caractère réaliste de l'univers simulé	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?

12- Interactions sociales	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
13- Motivation et <i>flow</i>	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
14- Jouabilité	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
15- Fonction pédagogique	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
16- Temps d'appropriation	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
17- Accompagnement pédagogique	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
18- Ressources matérielles	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
19- Évaluation des apprentissages	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?
20- Scénarios pédagogiques	1- La catégorie de la grille est-elle suffisamment compréhensible et univoque? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON 2- Comment serait-il possible de la préciser ou de la rendre plus intuitive?

Répondez aux questions suivantes :

- 1- Comment évalueriez-vous globalement votre capacité à compléter cette grille dans l'évaluation d'un jeu sérieux?
- 2- Croyez-vous cet outil capable de soutenir votre développement de séquences d'enseignement-apprentissage intégrant les principes de l'apprentissage par le jeu vidéo?
- 3- Classez, du premier au vingtième rang, les catégories de la grille selon l'ordre d'importance qu'elles revêtent à vos yeux afin d'évaluer une ressource en vue de son intégration à une séquences d'enseignement-apprentissage.

1- Choisissez un élément	6- Choisissez un élément	11- Choisissez un élément	16- Choisissez un élément
2- Choisissez un élément	7- Choisissez un élément	12- Choisissez un élément	17- Choisissez un élément
3- Choisissez un élément	8- Choisissez un élément	13- Choisissez un élément	18- Choisissez un élément
4- Choisissez un élément	9- Choisissez un élément	14- Choisissez un élément	19- Choisissez un élément
5- Choisissez un élément	10- Choisissez un élément	15- Choisissez un élément	20- Choisissez un élément